

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut geoinformatiky

MOBILNÉ GEOINFORMAČNÉ TECHNOLOGIE V PROSTREDÍ ARCGIS SERVER PRE LESNÍCKY VÝSKUM

diplomová práca

Autor:
Vedúci diplomovej práce:

Bc. Ivan Pôbiš
Ing. David Vojtek, Ph.D.

Ostrava 2009

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ivan Pôbiš**

Studijní program: N3646 Geodézie a kartografie

Studijní obor: 3602T002 Geoinformatika

Téma: **Mobilní geoinforma ní technologie v prost edí ArcGIS Server pro
lesnický výzkum
Mobile Geoinformation Technologies build on ArcGIS Server in the
Forestry Research**

Zásady pro vypracování:

Použitelné datové zdroje:

- Ortofotomapa vybraného území z roku 2002
- Jednotky prostorového rozd lení lesa, jejich atributové tabulky a íselníky
- Vektorová reprezentace objekt pro tvorbu lesnických map
- Hranice katastrálních území a intravilán vybrané lokality
- Digitální model reliéfu DMR 3
- Turistická mapa Donovaly Šachtí ka – Turecká, m ítko 1:25000

Úkoly:

- Navrhnout systém, který umožní nezávislé zabezpe ení datových tok v podob odpojených replik geodatabází bez ú asti GIT odborníka.
- Umožnit editace odpojené repliky dat až do chvíle úspěšného za len ní odpojené repliky s editovanými daty zp t do zdrojové geodatabáze.
- ešení by m lo fungovat na platformách PC, Notebook, Tablet PC, PDA s opera ními systémy Windows XP, Windows Vista, Windows Mobile a Windows CE.

Požadovaný rozsah práce 30-50 stran

Seznam doporu ené odborné literatury:

Literatura:

MANUÁL: Arc/Info Data Management, Concepts, data models, database design and storage. Redlands: ESRI, 1994. 336 s. ISBN 1 879102 28 5

ZEILER, M.: Modeling Our World. Redlands : ESRI Press, 1999. 199 s. ISBN 1 879102 62 5

On-line zdroje:

MICROSOFT: MS Visual Studio 2008.
<http://www.microsoft.com/slovakia/msdn/produkty/vstudio/default.mspcx>

ESRI: Design and create Mobile maps.
http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Design_and_create_Mobile_maps

ESRI: Developing applications using the Mobile SDK.
http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/NET_Server_Doc/developer/Mobile/dev_mobile_apps.htm

ESRI: Using SOAP to Access ArcGIS Server Web Services. <http://resources.esri>.

com/help/9.3/ArcGISServer/apis/SOAP/index.htm

ESRI: XML Schema of the Geodatabase.

http://downloads2.esri.com/support/whitepapers/ao/XML_Schema_of_Geodatabase.pdf

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. David Vojtek, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2008

Datum odevzdání: 30.04.2009

doc. Dr.Ing. Jiří Horák
vedoucí institutu

prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., Dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Ve své aplikaci jsem použil veřejně publikované ikony „DB Icons“ ze stránky <http://customize.org/icons/30978> a „Silk Icons“ ze stránky <http://www.famfamfam.com/lab/icons/silk/> a modifikované části zdrojových kódů dodaných v podobě příkladů, které jsou dostupné po instalaci technologie ArcGIS Server.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Rovněž souhlasím s tím, že kompletní text diplomové práce bude publikován v materiálech zajišťujících propagaci VŠB-TUO, vč. příloh časopisů, sborníků z konferencí, seminářů apod. Publikování textu práce bude provedeno v omezeném rozlišení, které bude vhodné pouze pro čtení a neumožní tedy případnou transformaci textu a dalších součástí práce do podoby potřebné pro jejich další elektronické zpracování.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

Anotácia práce

Diplomová práca sa zaoberá problematikou využitia mobilných geoinformačných technológií pre lesnícky výskum. V duchu zadanej problematiky do riešenia nesporne patrí problematika distribúcie dát v podobe odpojených dátových replík. Dátové repliky môžu byť procesom editácie zmenené, aktualizované, doplnené alebo vymazané. Keďže v tomto momente dochádza k modifikácii dát, dáta z odpojeného zdroja vykazujú zmeny, ktoré nie sú v súlade s ich zdrojom. Konečným cieľom je, editovanú dátovú repliku synchronizovať.

Diplomová práca predstavuje riešenie, ktoré je implementované do technológie ArcGIS Server Advanced Enterprise. Výsledkom riešenia je softvérový produkt, ktorého úlohou bude sprístupniť užívateľské rozhranie pre pracovníkov, ktorí budú aktualizovať odpojené repliky tak, aby pri ich manažovaní (tvorbe a synchronizácii) nebola potrebná účasť špecialistu.

Kľúčové slová: Odpojená replika, ArcGIS Server, GIS, MGIT, Mobilná dátová cache.

Annotation of thesis

The diploma thesis deals with the use of mobile geoinformation technologies for forestry research. Undoubtedly, the field of disconnected replica of data is an organic component of such topic. Replica of data may be altered, updated, inserted or deleted. Because the data is being modified during these procedures, the data is changed and it is not compliant with the original any longer. Thus, the ultimate purpose is to synchronize the edited data replica.

The thesis demonstrates the solution implemented on ArcGIS Server Advanced Enterprise. The final product is software product which provides a user interface for forest workers, who can update disconnected replica data, in the manner (create or synchronization), which does not need the input of IT or GIS specialist.

Keywords: Disconnected replica, ArcGIS Server, GIS, MGIT, Mobile data cache.

Obsah

ÚVOD	7
1 CIEĽ PRÁCE	9
2 ZHODNOTENIE SÚČASNÉHO STAVU RIEŠENEJ PROBLEMATIKY	10
3 NÁVRH POSTUPU RIEŠENIA	11
4 POUŽITÉ NÁSTROJE.....	13
4.1 DÁTOVÉ CENTRUM.....	13
4.2 ARCGIS SERVER.....	14
4.3 MOBILNÝ GIS.....	16
4.4 VÝVOJOVÉ NÁSTROJE	18
5 POPIS POUŽITÝCH DÁT.....	19
6 POSTUP RIEŠENIA.....	20
6.1 NÁVRH GEODATABÁZY	20
6.1.1 <i>Dátová reprezentácia</i>	20
6.1.2 <i>Integritné obmedzenia</i>	21
6.1.3 <i>Väzby</i>	23
6.1.4 <i>Kartografická reprezentácia</i>	23
6.1.5 <i>Implementácia modelu a nastavenie vlastností geodatabázy</i>	24
6.2 SPRÍSTUPNENIE SLUŽIEB ARCGIS SERVERA	27
6.2.1 <i>Mobilná mapová služba</i>	29
6.2.1.1 <i>Príprava mxd dokumentu</i>	30
6.2.1.2 <i>Publikovanie mobilnej mapovej služby</i>	32
6.2.2 <i>Geodátová služba</i>	32
6.3 NÁVRH APLIKÁCIE PRE SPRÁVU ODPOJENEJ DÁTOVEJ CACHE.....	35
6.3.1 <i>Analýza systému</i>	37
6.3.1.1 <i>Základná analýza</i>	37
6.3.1.2 <i>Detailná analýza</i>	39
6.3.2 <i>Návrh systému</i>	45
6.3.2.1 <i>Definície WSDL</i>	45
6.3.2.2 <i>Návrh štruktúry úložiska odpojenej mobilnej dátovej cache</i>	46
6.3.2.3 <i>Návrh tried pre prácu s objektmi geodátovej repliky</i>	48
6.3.2.4 <i>Návrh GUI systému</i>	57
7 VÝSLEDKY PRÁCE	60
7.1 PROCES VYTvorenia ODPOJENEJ REPLIKY DÁT	62
7.2 PROCES NÁVRATU ZMIEN Z ODPOJENEJ REPLIKY DÁT	65
8 ZÁVER.....	68
LITERATÚRA.....	70
ZOZNAM OBRÁZKOV	72
ZOZNAM TABULIEK	74
ZOZNAM PRÍLOH.....	75

Zoznam použitých skratiek

Slovenské skratky

C#	C-sharp, programovací jazyk
ERA diagram	Entitno-relačno atribútový diagram
IKT	Informačné a komunikačné technológie
IO	Integritné obmedzenia
JPRL	Jednotka priestorového rozdelenia lesa
MDCM	Manažér mobilnej dátovej cache
MGIT	Mobilné geoinformačné technológie
MS SQL 2005	Microsoft SQL Server
SA	Servisná aplikácia
S-JTSK	Systém Jednotnej Trigonometrickej Siete Katastrálnej
SRBD	Systém riadenia bázy dát

Cudzojazyčné skratky

ADF	Application Development Framework
ArcGIS	Is an integrated collection of GIS software products
ArcGIS Server	Complete and Integrated Server-Based GIS
ArcSDE	ESRI Spatial Database Engine
ESRI	Environmental Systems Research Institute®
ETL	Extract Transform Load as context of a data warehouse
GPS	Global Positioning System
GUI	Graphical User Interface
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
MS SQL CE	Microsoft SQL Server Compact edition
NMEA	National Marine Electronics Association
OGC	Open Geospatial Consortium, Inc.®
PDA	Personal Digital Assistant
SDK	Software development kit
SOA	Service-oriented architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language
UML	Unified Modeling Language
URL	Uniform Resource Locator
Windows CE	Windows Compact Edition, Windows Embedded Compact
WSDL	Web Services Description Language
XML	Extensible Markup Language

Úvod

Lesnícky výskum pri riešení projektov sa zameriava na analyzovanie antropogénnych a prírodných vplyvov na les, pričom navrhuje postupy, ktoré majú vplyv na udržanie ekologicky a zároveň ekonomicky stabilného lesného spoločenstva.

V rámci týchto aktivít sú v prírode zbierané údaje, ktoré sú následne vyhodnocované a interpretované do záverov. Sledované javy, procesy a objekty sa však často krát menia v dôsledku rôznych príčin. Preto je potrebné kvalitatívno-kvantitatívne údaje často krát aktualizovať, nezriedka modifikovať ich štruktúru, prípadne ich uchovávať v časových radoch.

Proces zberu údajov v teréne možno považovať za mimoriadne časovo, finančne a fyzicky náročnú činnosť. V nedávnej minulosti sa údaje zbierali výlučne do analógovej podoby, kedy terénny pracovník zapisoval údaje do pripravených zápisníkov alebo na čistý papier. Formát takto zbieraných poznatkov bol buď vopred stanovený metodickým usmernením alebo sa opis a vyjadrenie zbieraných veličín ponechalo na rozhodnutie špecialistu, ktorý sa rozhodoval priamo v teréne, ako skúmané javy zaznamenať. Kým v prvom prípade sa metodickým usmernením eliminovala správnosť zozbieraných údajov a zjednodušila sa ich interpretácia, v druhom prípade boli údaje ťažšie interpretovateľné, najmä ak sa na zbere podieľalo viac špecialistov, ktorí mohli mať diametrálne rozdielny pohľad na hodnotenie určitého javu.

Spracovanie týchto údajov však bolo stále možné, napriek tomu, že si ich formalizácia vyžadovala zvýšenú časovú náročnosť a tým aj vyššie finančné zaťaženie samotného spracovania. V období využívania výpočtovej techniky ako nástroja slúžiaceho pre kvantitatívne ale aj kvalitatívne spracovanie formalizovaných údajov sa začal klásť dôraz na komplexnosť a jednotnosť údajov, ktoré vstupujú do spracovateľského procesu. Vedeckí a výskumní pracovníci v tímoch neustále vytvárajú jednotné a univerzálne klasifikácie hodnotenia objektov alebo javov. Postupne tak vznikajú štandardy, ktoré sú nenahraditeľné pri zbere údajov. Takto klasifikované a formalizované údaje v podobe dát získavajú celospoločenskú hodnotu, pretože sú využiteľné v rámci analyzovania širokého spektra problematik a spracovateľovi dávajú možnosť využiť dáta, ktoré zozbieral niekto iný, pričom na základe štandardov im ľahko porozumie.

Využitím moderných mobilných geoinformačných technológií (MGIT) sa očakáva zvýšenie efektivity komplexného zberu, či aktualizácie charakteristík sledovaných objektov, procesov alebo javov z hľadiska časovej náročnosti, pričom sa eliminuje ich chybovosť na najvyššej možnej úrovni. Očakáva sa výrazné zníženie nákladov na prevod údajov z formy analógovej do formy digitálnej. V neposlednom rade sa očakáva, že takýto spôsob zberu a aktualizácie dát v pracovnom procese umožní zvýšiť ich disponibilitu, čo znamená, že výskumníkom alebo analytikom je umožnené s týmito dátami okamžite pracovať v rámci informačného systému, do ktorého sú dáta ukladané a ktorým sú zároveň publikované.

1 Cieľ práce

Cieľom práce, ktorej zadávateľom je Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, je navrhnúť systém, ktorý vlastným programovým riešením v prostredí technológie ArcGIS Server Advanced Enterprise umožní zabezpečiť dátové toky v podobe odpojených replík geodatabázy tak, aby v procese tvorby replík alebo návratu ich zmien, nebola potrebná účasť špecialistu.

Navrhovaný systém zabezpečí korektné odpojenie priestorových dát a zároveň odpojenie objektov tabuliek, ktoré sú vo väzbe s triedami prvkov, na základe definovaných geodatabázových väzieb. Takto replikované dáta budú uložené tak, aby boli dostupné pre následnú editáciu, pričom stav editovaných entít bude uložený v odpojenej replike až do času, kým nebudú zmeny z repliky úspešne odoslané do zdroja, odkiaľ boli odpojené.

Pre odpojenú repliku bude navrhnutý predpis, na základe ktorého bude možné k dátam pristupovať, modifikovať ich, pričom jedinou podmienkou použitia odpojenej repliky dát bude používanie knižníc „ArcGIS Mobile runtime“ od firmy ESRI a „.NET Framework 2“ od firmy Microsoft. Takto koncipované riešenie umožní používanie odpojenej repliky na rôznych hardvérových platformách (PC, Notebook, Tablet PC, PDA), na ktorých je nainštalovaný operačný systém rady Windows (XP, Vista, Windows Mobile, Windows CE).

Riešenie bude využívať geodatabázu, ktorá je zdrojom a zároveň cieľom nových alebo aktualizovaných entít, pričom návrh entitno-relačného dátového modelu je súčasťou riešenia tejto práce.

2 Zhodnotenie súčasného stavu riešenej problematiky

V rámci riešených problematík výskumných projektov na Národnom lesníckom centre – Lesníckom výskumnom ústave vo Zvolene (NLC – LVÚ Zvolen) sú používané dáta, ktorých aktualizáciu môžeme rozdeliť na:

- Periodickú, spravidla ročnú. V prípade týchto dát bol navrhnutý entitno-relačný model databázy, ktorý nepodlieha výrazným zmenám a jeho implementácia je dlhodobo používaná v rámci informačného systému.
- Nepravidelnú, náhodnú, kde sa požadované dáta zbierajú cielene, za účelom splnenia požiadaviek jednotlivých projektov. Dáta sa taktiež stávajú súčasťou informačného systému, ale schémy databáz podliehajú častej zmene, v prospech dosiahnutia cieľa. Každá takáto zmena si vyžaduje následnú úpravu softvéru na pracovných staniciach kde sa dáta editujú.

V minulosti bol zber dát často realizovaný zápisom do analógovej podoby, pričom jeho následná transformácia do formy digitálnej bola potenciálnym rizikom vnášania nejednoznačností, nepresností a chýb. Z dôvodu eliminácie tejto chybovosti a z hľadiska zvýšenia pracovnej efektivity sa v ostatnom čase začali na NLC – LVÚ Zvolen využívať mobilné technológie, zamerané na zber kvalitatívno-kvantitatívnych charakteristík. Dáta sú ukladané priamo do formy digitálnej, spravidla v SQL databáze pre mobilné zariadenia (MS SQL CE), ktorá je manažovaná pomocou vlastného programového riešenia, pričom načítanie dát do dátového centra je realizované ETL (Extract, Transform, Load) procesmi.

Pre zber priestorových dát bola testovaná terénna zostava FieldMap od firmy Institute of Forest Ecosystem Research, Ltd. (IFER). Po jej overení bola táto technológia naplno nasadená ako nástroj zberu priestorových dát, súradnicovo pripojiteľných, požadovaných v rámci výskumných projektov. Jej nevýhodou je však potreba tvorby vlastného projektu – databázového modelu pre každú aktivitu, ktorá sa odlišuje od štandardných pracovných postupov. Napriek nesporným výhodám tohto systému sa ako jednou z nevýhod javí jeho vlastná hardvérová robustnosť a váha.

Rôznorodé systémy pre zber geodát s využívaním jednotného dátového úložiska a centrálnym riadením ich distribúcie a publikácie pre potreby NLC môže nahradiť a zjednotiť technológia ArcGIS Server. Svojou geopriestorovo servisne orientovanou architektúrou (SOA) sa javí ako vhodný nástroj pre ich správu, publikáciu ale aj zber.

3 Návrh postupu riešenia

Rešeršnou činnosťou a štúdiom literatúry boli nadobudnuté teoretické poznatky o technológii ArcGIS Server, ktoré boli analyzované a spracované ako teoretický základ, pre dosiahnutie stanovených cieľov. Boli určené základné podmienky, ktoré má navrhované riešenie spĺňať. Tieto boli sformulované do niekoľkých bodov, ktorými bolo určené, že konečné riešenie bude:

- využívať štandardné pripojenie do počítačových sietí a bude komunikovať prostredníctvom dostupných rozhraní,
- nezávislé na prípojnóm bode k počítačovej sieti,
- nezávislé na licencií z hľadiska dostupnosti k licenčnému serveru,
- vedieť pracovať s geodatabázovou schémou a nebude závislé na vopred stanovenom návrhu geodatabázy,
- schopné vytvoriť repliku priestorových dát a objektov geodatabázy tak, aby ich návrat nepodliehal dodatočným procesom konverzií alebo iných manipulácií,
- riešením, ktoré uloží vytvorenú repliku vo formáte, ktorý bude jednoducho prenositeľný a použiteľný na nezávislej hardvérovej platforme,
- obsahovať predpis, prostredníctvom ktorého budú replikované dáta dostupné pre ďalšiu manipuláciu v nezávisle navrhnutých riešeniach,
- schopné registrovať zmeny v odpojenej replike dát, pričom tieto zmeny bude vedieť vrátiť späť do pôvodného dátového zdroja.

Na základe určených podmienok bola vytvorená predstava funkcionality systému a opätovnou literárnou metódou boli hľadané dostupné softvérové riešenia, ktoré sa ukázali ako nedostupné z hľadiska existencie. Komplexné riešenie problematiky zadanej v cieľoch tejto práce neexistovalo. Z tohto dôvodu bolo pristúpené k realizácii predstáv o systéme, ktorý by dané ciele naplnil.

Bol navrhnutý postup prác, ktorý vedie k realizácii teoretických poznatkov na technológii ArcGIS Server, ktorá tvorí základ riešenia. Jednotlivé kroky postupu boli stanovené nasledovne:

- Navrhnuť geodatabázu, ktorej modelová schéma bude čo najvýstižnejšie vyjadrovať model reality zodpovedajúci pre potreby lesníckeho výskumu.

- Sprístupniť dáta uložené v navrhutej geodatabáze prostredníctvom služieb, ktoré budú komunikovať prostredníctvom štandardne dostupného komunikačného rozhrania.
- Overiť komunikáciu so sprístupnenými službami programovým riešením.
- Navrhnuť spôsob ukladania odpojenej repliky dát.
- Navrhnuť triedy, ktoré budú zabezpečovať komunikáciu so službami, serializáciu a deserializáciu dátových tokov.
- Navrhnuť triedy, ktoré budú tvoriť predpis a ich inštancie budú schopné načítať dáta odpojenej repliky.
- Navrhnuť funkcionality systému, ktorý bude plniť požiadavky kladené používateľom.
- Navrhnuť grafické užívateľské rozhranie systému.
- Realizovať návrhy.

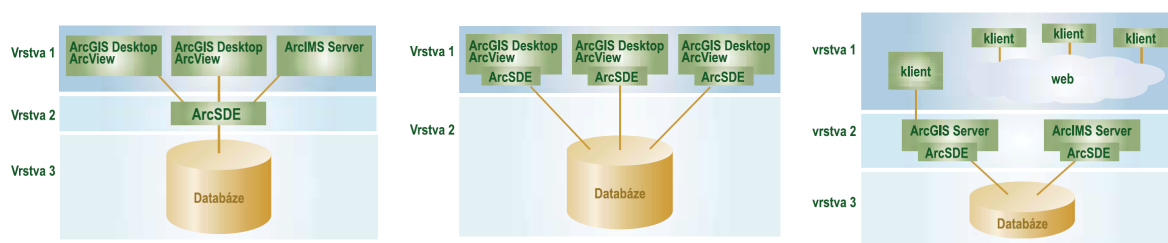
Konečným očakávaním je nasadenie realizovaného systému do praxe. Keďže sa predpokladá, že systém budú využívať pracovníci, ktorých zameranie nie je orientované na IKT (Informačno-komunikačné technológie) a GIS, systém bude navrhnutý tak, aby v procese jeho používania nebola potrebná účasť špecialistu.

Keďže systém spravuje dva druhy odpojených replík, mobilnú mapovú a zároveň geodátovú, bol mu určený názov „Manažér mobilnej dátovej cache“ (MDCM).

4 Použité nástroje

4.1 Dátové centrum

ArcSDE je priestorový dátový server, ktorý poskytuje používateľom klientskych aplikácií bránu pre ukladanie, správu a využívanie priestorových údajov v užívateľsky zvolenom SRBD (Systém riadenia bázy dát) [10]. Je kľúčovou zložkou vo viac užívateľskom systéme ArcGIS, ktoré poskytuje otvorené rozhranie do relačného databázového systému. Logika brány ArcSDE podporuje možnosti viacvrstvovej konfigurácie aplikačných serverov v rámci klientskych aplikácií cez počítačové siete pre jednotlivé počítače (Obrázok 1) [10].



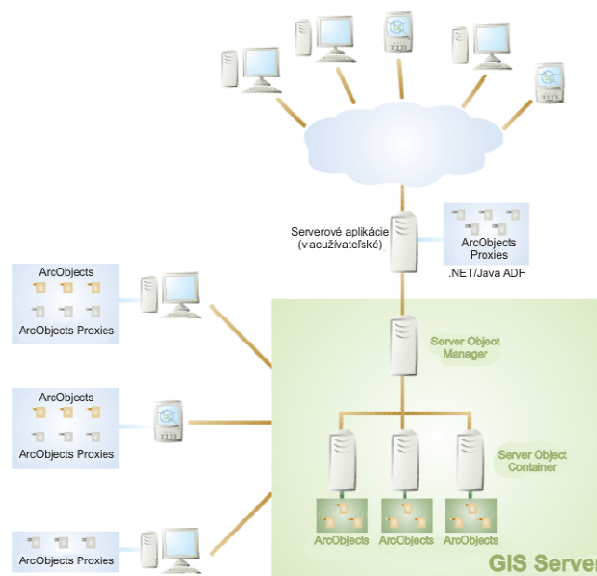
Obrázok 1. Možnosti konfigurácie ArcSDE [10].

ArcSDE zabezpečuje vysokú integritu ukladania vektorových, rastrových a popisných údajov, vrátane podpory súradníc X,Y,Z a taktiež X,Y,Z,M, kriviek, 3D objektov, viacanálových rastrov, topológií, anotácií, sietí, metainformácií, modelov a postupov spracovania údajov, máp a vrstiev s integráciou dlhých transakcií a možnosťou tvorby verzií. Taktiež umožňuje ukladanie kartografických reprezentácií (značkové kľúče s definovaným správaním sa) k jednotlivým triedam prvkov, čo výrazne zjednodušuje tvorbu mapových kompozícií alebo projektov dynamických máp, prípadne zmeny zobrazenia pre potreby editácie priestorových údajov.

Pre uložené údajové reprezentácie sú vypočítané priestorové indexy na základe ktorých systém dokáže priestorové údaje zobraziť neobyčajne rýchlo v akejkoľvek mierke bez straty kvality. Rastrová reprezentácia má navyše možnosť vybudovania pyramíd obrazu, čo značnou mierou prispieva k efektívnosti systému rýchleho zobrazenia týchto údajov napriek ich veľkosti, ktorá sa môže rádovo pohybovať v stovkách gigabajtov.

4.2 ArcGIS Server

ArcGIS Server [6] je technológia ktorá umožňuje tvorbu a prevádzku podnikových GIS aplikácií, centrálne riadených, spravovaných, ktoré podporujú prakticky neobmedzený počet užívateľov a zároveň sú postavené na pokročilej funkcionalite s využitím štandardov definovaných OGC (Open Geospatial Consortium) (Obrázok 2). V rámci serverom poskytovaných služieb sa jedná o nástroje a rozhrania, ktoré umožňujú



Obrázok 2. Technológia ArcGIS Server [6].

tvorbu a zároveň publikáciu obrazových kompozícií, dopytovacích príkazov, lokalizátorov a ďalších objektov, ktoré je možné zakomponovať do vlastných aplikačných riešení. Vývojári ho môžu použiť pre vývoj webových aplikácií a služieb alebo podnikových aplikácií, ktoré sú spúšťané na štandardných webových serveroch. Služby ArcGIS Servera môžu taktiež využívať aj desktopové aplikácie, ktoré s ním komunikujú v režime klient/server, prostredníctvom lokálnych alebo globálnych počítačových sietí. V takomto prípade server slúži ako rozhranie dátového úložiska alebo ako zdroj objektov a nástrojov poskytujúci svoju kapacitu pre klientsku stanicu.

Informačný systém vybudovaný s podporou technológie ArcGIS Server ponúka v rámci IS vlastný aplikačný server, ktorého súčasťou môže byť centrálna geodatabáza. Táto môže byť replikovaná s inými geodatabázami rôznymi spôsobmi, čím sa vytvára sieť distribuovaných databáz medzi viacerými GIS systémami, pričom je stále strážená integrita priestorových ale aj atribútových dát. Systém poskytuje kompletnú logiku geodatabáz všetkým databázovým transakciám. Znamená to, že poskytuje služby odpojených editácií a replikácií aj s inými, nezávislými systémami. Po uplatnení zmien na odpojenej replike sú tieto prijaté, odkontrolované podľa definovaných pravidiel a zosynchronizované so všetkými vytvorenými replikami. Odpojene editované údaje sa vracajú späť do hlavnej databázy procesom overovania a kontrol z odpojených databáz.

Aj pre tieto vlastnosti je ArcGIS Server určený pre tvorbu distribuovaných a viacvrstvových konfigurácií celopodnikových informačných systémov.

ArcGIS Server je distribuovaný v troch úrovniach funkcionality a v dvoch úrovniach kapacity (Tabuľka 1).

Tabuľka 1. Funkcionalita ArcGIS Servera podľa úrovni [9].

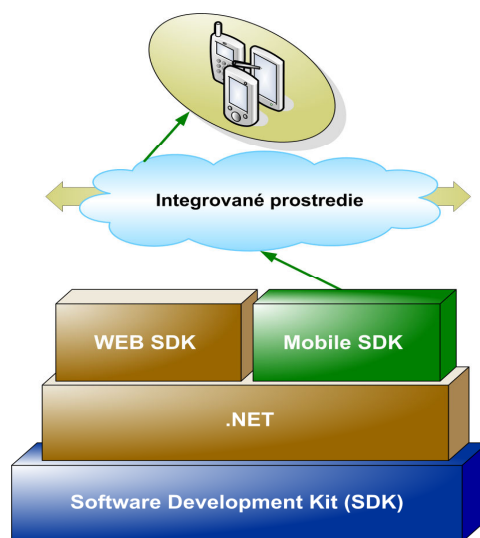
Úroveň	Funkcionalita		
	Basic	Standard	Advanced
Workgroup	Správa dát ArcSDE MS SQL Express (max. 4GB, 10 užívateľov)	Správa dát ArcSDE MS SQL Express (max. 4GB, 10 užívateľov)	Správa dát ArcSDE MS SQL Express (max. 4GB, 10 užívateľov)
Enterprise	Správa dát ArcSDE ORACLE, MS SQL, Informix, IBM, DB2 (bez obmedzení)	Správa dát ArcSDE ORACLE, MS SQL, Informix, IBM, DB2 (bez obmedzení)	Správa dát ArcSDE ORACLE, MS SQL, Informix, IBM, DB2 (bez obmedzení)
Workgroup, Enterprise	Webový GIS Jeden server	Webový GIS Jeden server	Webový GIS Jeden server
	Geodátové služby pre replikáciu dát, verzionovanie, check-out, check-in dát	Geodátové služby pre replikáciu dát, verzionovanie, check-out, check-in dát	Geodátové služby pre replikáciu dát, verzionovanie, check-out, check-in dát
		<ul style="list-style-type: none"> – Mapové služby – Glóbové služby – Geokódovanie – Geoprocessing (v obmedzenej miere) – Webové služby podľa OGC – Webová publikácia máp, šablóny, aplikácie – Vývojové nástroje (.NET, Java) 	<ul style="list-style-type: none"> – Mapové služby – Glóbové služby – Geokódovanie – Webové služby podľa OGC – Webová publikácia máp, šablóny, aplikácie – Vývojové nástroje (.NET, Java)
			<ul style="list-style-type: none"> – Editácia vo webovom prostredí – Geoprocessing a spracovanie dát – Tvorba úloh pre webové rozhranie – SDK pre vývoj mobilných klientov

ArcGIS Server [14] je teda komplexný, integrovaný serverovo orientovaný geografický informačný systém, orientujúci sa na užívateľské aplikácie a služby pre centrálnu manažovanie geopriestorových dát, ich vizualizáciu s podporou priestorových analýz a úloh. ArcGIS Server taktiež ponúka nástroje umožňujúce publikovať alebo zdieľať geografické dáta, obrazy, kompozície, analýzy a modely. Aplikácie a služby postavené na svetových štandardoch sú prístupné cez dostupné prehliadače, desktop aplikácie alebo prostredníctvom mobilných klientov.

SOA (servisne orientovaná architektúra) umožňuje, aby bežná funkcionálna GIS bola poskytnutá ako služba. Napr. ArcGIS Desktop slúži na tvorbu aplikácie (dokumentu) a ArcGIS Server ho ako službu publikuje rôznymi rozhraniami. Otvorenosť a dodržanie štandardov umožňuje, aby tieto služby mohli byť používané rôznymi klientmi, nie len tými, ktorí boli vytvorení na platforme firmy ESRI.

4.3 Mobilný GIS

Mobilný GIS [16] v prostredí ArcGIS Server reprezentuje mobilné vývojové nástroje (ArcGIS Mobile Software Development Kit - SDK) pre platformu Microsoft .NET Framework 2 (Obrázok 3). Integrovaním sa SDK do vývojového prostredia MS Visual Studio 2005/2008 a rozšírením základných knižníc .NET Framework o ďalšie triedy a riadiace prvky, poskytuje ArcGIS Mobile SDK plnohodnotné prostriedky a nástroje pre tvorbu a vývoj mobilných GIS aplikácií s ich širokou funkcionalitou pre Windows alebo Windows mobile vývojové platformy.



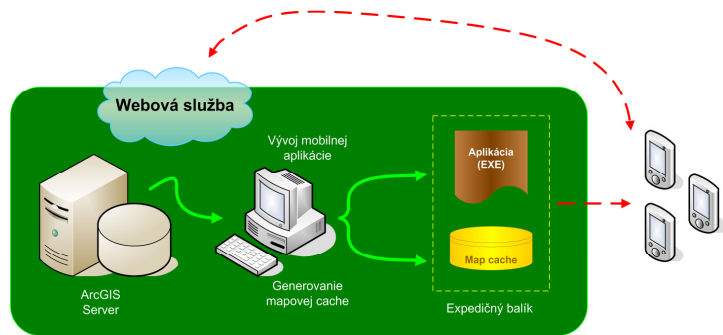
Obrázok 3. Integrácia mobilného SDK [16].

Použitím technológie ArcGIS Server Mobile je teda možné vytvárať vlastné aplikácie prispôbené terénnym pracovníkom a definovaným pracovným postupom, čím sa znižujú firemné náklady na školenia a zároveň na kúpu špecifických programov pre pripravovanú alebo vykonávanú činnosť. Mobilná aplikácia vytvorená s podporou ArcGIS Mobile SDK umožňuje zobrazovať, prehliadať, zaznamenávať a aktualizovať priestorové informácie v pripojenom alebo odpojenom režime od služby ArcGIS Servera. Podpora verzionovaných geodatabáz a replikácií je súčasťou systému, ktorá je v tomto smere plnohodnotne využiteľná.

Aktualizácia dát v centrálnej geodatabáze prebieha na báze ich replikácie bez nutnosti návratu pracovníka do centrálneho pracoviska. Synchronizácia môže byť realizovaná prostredníctvom siete Internet priamo mobilným zariadením (Obrázok 4) alebo v spolupráci s osobným počítačom, na ktorý je mobilná mapová cache vrátane dát

skopírovaná. Synchronizácia je potom vykonaná prostredníctvom aplikačného riešenia počítačovou sieťou, na ktorú je osobný počítač pripojený.

Týmto spôsobom je v dátovom centre aktualizovaná každá zmena podľa požiadaviek pričom pracovníci sú okamžite schopní prístupit' k údajom svojich kolegov. Aktualizované dáta



Obrázok 4. Synchronizácia geodát s centrálnou geodatabázou [16].

sa taktiež stávajú disponibilné pre pracovníkov vo firme, kde môže synchronne prebiehať ďalšia manipulácia s nimi (topologické kontroly, parciálne analýzy a iné).

Možnosti zahrnuté v ArcGIS Mobile SDK [8]

- *Mobilná mapová cache.* Replikované triedy prvkov sú uložené na mobilnom zariadení v špeciálnom proprietárnom formáte. Mobilnú mapovú cache tvorí adresár so súbormi, ktoré vytvára ArcGIS Server. Pripojením mobilného zariadenia k službe ArcGIS Servera ako zdroju alebo cieľu geodát je možné mapovú cache synchronizovať a takto uviesť aktualizované dáta do konzistencie s centrálnou geodatabázou.
- *Mapy a mapové vrstvy.* Mobilné mapy (obrazy s definovanou symbolikou pre triedy prvkov) sú štandardné mapové dokumenty vytvorené aplikáciou ArcMap a publikované prostredníctvom služieb ArcGIS Servera. Pre ich zobrazenie je využívaný ovládač mobilného zariadenia, ktorý číta mobilnú mapovú cache a zobrazuje jej obsah v podobe obrazovej kompozície na obrazovke mobilného zariadenia.
- *Skica a geometria.* Komponenty skica a geometria umožňujú tvorbu editačných nástrojov pre manipuláciu, editáciu a tvorbu nových prvkov v ich triedach v rámci mobilnej mapovej cache.
- *Integrácia GPS.* Komponenty pre spracovanie GPS dát vo formáte NMEA umožňujú zvýšiť funkčnosť aplikácie v podobe jej využitia pre navigáciu do cieľa, prípadne zber a aktualizáciu geometrií prvkov na základe pozícií získaných z prijímača GPS.

- *Synchronizácia.* Vytvorená aplikácia má možnosť synchronizovať aktualizácie dát obojsmerne. Pracovník aktualizuje centrálnu geodatabázu zmenami, ktoré vykonal a zároveň má možnosť prístup k zmenám, ktoré už boli vykonané.

4.4 Vývojové nástroje

Pri riešení problematiky zadanej práce bol použitý programovací nástroj produktového radu Microsoft Visual Studio. V počiatkoch riešenia projektu vo verzii 2005, neskôr vo verzii 2008. Podľa oficiálnej webovej stránky Microsoft Slovensko [22], „Produktový rad Microsoft Visual Studio 2008 ponúka vhodné nástroje pre úplných začiatočníkov v programovaní, jednotlivých profesionálov i tímy hľadajúce prostredie podporujúce moderné metodiky a princípy riadenia životného cyklu vývoja softvérových aplikácií. Visual Studio je vhodné pre vývojárov, dizajnérov, architektov, testovacích pracovníkov, projektových manažérov a ďalších účastníkov životného cyklu vývoja softvérových aplikácií.“

Hlavným dôvodom výberu programovacieho nástroja a jazyka (C#) bola jediná možnosť integrovania „ArcGIS Mobile Software Development Kit“, dodávaného v podobe dynamických knižníc s inštaláciou technológie ArcGIS Server, verzia „Advanced Enterprise“, do tohto prostredia. Dôvodom jedinej možnosti je fakt, že samotné „ArcGIS Mobile SDK“ využíva triedy platformy Microsoft na báze „.NET Framework 2“.

Grafická úprava ERA diagramu (Príloha A) bola spracovaná v prostredí MS Visio 2007, pričom prvotný dokument bol generovaný nástrojom „Geodatabase Diagrammer“ dostupný na WWW: < <http://arcscrips.esri.com/details.asp?dbid=12616> >, ktorý je nadstavbou ArcGIS desktop systému.

UML diagramy boli spracované programom „Visual Paradigm ver. 6.3“, ktorého akademickú licenciu spracovateľovi poskytla Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta.

5 Popis použitých dát

Pre riešenie zadanej problematiky boli použité dáta, ktoré je možné rozdeliť podľa významu na dve skupiny.

Prvú skupinu tvoria priestorové dáta, ktoré slúžia ako topografický podklad. Ich primárne využitie slúži k tvorbe obrazových kompozícií, ktoré budú zobrazované ako podklad pri modifikovaní dát mobilnej dátovej cache. Používateľ takto dostáva do rúk dynamický, súradnicovo pripojený obraz, ktorému je schopný meniť mierku, meniť jeho polohu, všetko podľa vlastnej potreby a požiadaviek, čo mu umožní lepšiu terénnu orientáciu v konfrontácii s obrazom. Jedna časť dát tejto skupiny bola získaná z externých zdrojov na základe uvedených licenčných podmienok (Tabuľka 2). Druhá časť dát bola vytvorená tematickým mapovaním na získaných podkladoch rastrových reprezentácií v rámci bakalárskej práce autora.

Tabuľka 2. Tabuľka poskytovateľov dát.

Zdroj	Údajová reprezentácia	Popis	Licenčné podmienky
Eurosense s.r.o.	Raster (0.5 m)	Ortofotomapa vybraného územia z roku 2002.	Odovzdávací protokol (Príloha D).
NLC-ÚLZI	Vektor	Jednotky priestorového rozdelenia lesa, ich atribútové tabuľky a číselníky.	Ústna dohoda o neposkytovaní údajov tretím subjektom.
NLC-ÚLZI	Vektor	Vektorová reprezentácia objektov pre tvorbu lesníckych máp.	Ústna dohoda o neposkytovaní údajov tretím subjektom.
Správa katastra Banská Bystrica	Vektor	Hranice katastrálnych území a intravilánov vybranej lokality	Písomný súhlas udelený mailovou elektronickou formou.
TOPÚ Banská Bystrica	Raster (10 m)	Digitálny model reliéfu DMR-3.	Písomný súhlas poskytovateľa (Príloha E).
VKÚ a.s. Harmanec	Povolenie na skenovanie a použitie špecifikovaného výrezu mapy.	„Turistická mapa Donovaly - Šachtická – Turecká“, mierka 1:25000.	Písomný súhlas udelený mailovou elektronickou formou. Podklad skenovaný s rozlíšením 600 DPI.

Druhú skupinu dát tvoria triedy prvkov a objektov relačnej geodatabázy, ktoré budú podliehať aktualizácii a ktoré slúžia ako modelové dáta pri riešení problematiky práce. Detailný popis dát vrátane geodatabázovej schémy je popísaný v kapitole 6.1.

Dáta obidvoch skupín sú uložené v relačnej databáze MS SQL 2005 s nadstavbou ArcSDE pre tvorbu geodatabáz. Ich obrazová reprezentácia bola spracovaná v prostredí ArcMap. Dáta sú manažované a publikované v podobe služieb technológiou ArcGIS Server. Podrobný popis nastavenia služieb je uvedený v kapitole 6.1.5.

6 Postup riešenia

6.1 Návrh geodatabázy

Pre skupinu dát, ktoré podliehajú aktualizácii bol vytvorený entitno-relačný model geodatabázy (Príloha A) na základe požiadaviek a potrieb NLC - LVÚ Zvolen. Model geodatabázy nie je komplexný v zmysle úplnosti a potrieb. Je však navrhnutý tak, aby bol tvorený skutočnými prvkami s definovanými vzťahmi, väzbami a aplikovanými integritnými obmedzeniami, ktoré je možné v geodatabáze použiť. Jedná sa teda o modelové riešenie, ktorého úlohou nie je navrhnúť univerzálne a konečné riešenie ukladania geodát v organizácii. Jeho úlohou je demonštrovať modelovanie reálnych objektov a ich vzťahov tak, aby čo najvernejšie zodpovedali skutočnosti a zároveň deklarovať využitie doteraz všetkých známych prostriedkov pre zachovanie databázovej konzistencie a integrity s uplatnením relačných väzieb v rámci operačných možností geodatabázy.

6.1.1 Dátová reprezentácia

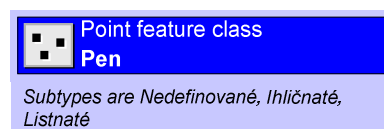
Pre sledované objekty, ktoré sú predmetom modelovania a zaznamenávania reality interpretovanej v geodatabáze bola istou formou abstrakcie priradená geometria, vektorová reprezentácia (bod, línia, polygón), ktorá čo najvýstižnejšie priestorovo opisuje objekt a reprezentuje potrebu jeho uloženia, prípadne zobrazenia (Tabuľka 3). Prvky vo svojich triedach vyjadrujú polohové umiestnenie jednotlivých objektov, ku ktorým sú priradené základné atribúty, ktoré tak, ako existencia objektu nepodliehajú častým, frekventovaným zmenám.

Tabuľka 3. Vektorová reprezentácia sledovaných objektov.

Názov objektu	Popis triedy prvkov	Vektorová reprezentácia
Cesty_Chodniky	Dopravné siete, cesty podľa kategórie, lesné a turistické chodníky.	Línia
GPS Referencny Bod	GPS referenčné body	Bod
Lezanina	Mŕtve, ležiace drevo vyjadrené líniovou vektorovou reprezentáciou na základe lomových bodov stredu ležiaceho kmeňa.	Línia
Lezanina_polyg	Mŕtve a ležiace drevo vyjadrené polygónovou reprezentáciou obalu závislého na hrúbke kmeňa v lomovom bode.	Polygón
LT	Lesný typ.	Polygón
Pen	Peň, ako pozostatok po vyrúbanom, zlomenom strome.	Bod
Plocha	Základná plošná, polygónová jednotka, v rámci ktorej sa nachádzajú sledované objekty.	Polygón
Plocha_stab	Stabilizačný bod plochy.	Bod

Názov objektu	Popis triedy prvkov	Vektorová reprezentácia
Strom	Bodová informácia o polohe stojaceho stromu	Bod
Strom_CrownProj	Korunová projekcia žijúceho stromu	Polygón
Terenne_body	Pomocná trieda prvkov pre zaznamenanie dôležitých bodových informácií, ktoré zatiaľ nemajú vlastné vyjadrenie	Bod
Terenne_ciary	Pomocná trieda prvkov pre zaznamenanie dôležitých líniových informácií, ktoré zatiaľ nemajú vlastné vyjadrenie	Línia
Terenne_polygony	Pomocná trieda prvkov pre zaznamenanie dôležitých plošných informácií, ktoré zatiaľ nemajú vlastné vyjadrenie	Polygón
Toky	Trieda prvkov vodných tokov	Línia

Pre ďalšie atribúty, ktorých hodnoty podliehajú aktualizácii ku kratšiemu časovému obdobiu ako pri priestorových dátach, boli vytvorené samostatné tabuľky (objekty tabuliek), ktoré sú definované väzbou obojsmerne prepojené s príslušajúcim objektom geografickej reprezentácie. Grafické vyjadrenie objektov v entitno-relačnom (ERA) modeli (Príloha A) je zobrazené v podobe obdĺžnika modrej farby (Obrázok 5).



Obrázok 5. Grafická reprezentácia objektov v ERA diagrame.

6.1.2 Integritné obmedzenia

Pre vybrané polia v objektoch atribútových tabuliek, boli definované a následne aplikované integritné obmedzenia (IO), ktorých úlohou je zabezpečiť jednoznačnosť hodnôt nachádzajúcich sa v predmetnom poli. Aplikované integritné obmedzenia použité v návrhu geodatabázy je možné rozdeliť do dvoch skupín.

Coded value domain Dom_Strom_SAO Description Strata asimilačných orgánov Field type Short integer Split policy Duplicate Merge policy Default value	
Code	Description
0	0 - 10 %
1	11 - 25 %
2	26 - 60 %
3	61 - 99 %
4	100 %
5	Nehodnotené

Obrázok 6. Grafická reprezentácia domén v ERA diagrame.

Prvú skupinu tvoria IO v podobe subtypov.

Subtyp je špeciálny atribút, ktorý umožňuje priradiť jednoznačné správanie sa v rôznych rozdielnych klasifikáciách objektov alebo prvkov. Účelom definovania subtypov je:

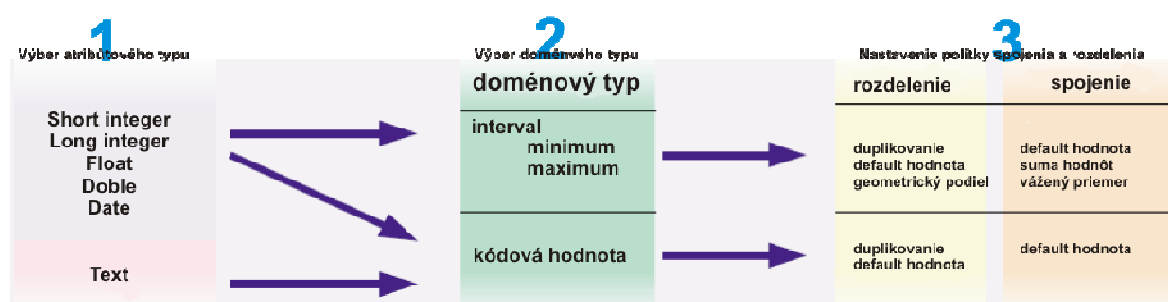
- Zaradenie každého člena triedy do klasifikácie v objekte.
- Možnosť definovania odlišných atribútových domén pre každé pole v subtype.
- Možnosť definovania odlišných štandardných (default) hodnôt pre každé pole v subtype.
- Možnosť predpísať vybrané vstupujúce hodnoty pre polia v subtype.

- Možnosť predpísania typu relačných vzťahov, ktoré sú možné medzi objektmi v subtype a objektmi v inom subtype v tej istej alebo inej triede objektov, prvkov.

Hodnoty subtypu teda tvorí definičný obor prípustných hodnôt vopred jasne a jednoznačne definovaných, ktoré môžu mať ďalší vplyv na použitie IO aplikovaných na polia v rámci entity ostatných atribútov v podobe atribútových domén.

Druhú skupinu IO tvoria atribútové domény, ktoré v prostredí geodatabázy rozdeľujeme na kódové a rozsahové. Sú to pravidlá, predpisujúce, ktoré hodnoty z definovaných oborov môže atribútové pole objektu tabuľky nadobúdať. Všetky triedy prvkov a objektov tabuliek môžu využívať tú istú atribútovú doménu. Spravidla sa atribútové domény využívajú v kombinácii s definovaným subtypom, kde sa uplatňuje pravidlo definovaných hodnôt, pre každý subtype zvlášť. Možnosť použitia jednej atribútovej domény pre skupinu alebo všetky subtype objektu ostáva. Pre vyššie spomínané účely systém disponuje dvomi typmi atribútových domén:

- Intervalová (range), ktorá špecifikuje platný rozsah hodnôt číselného atribútu.
- Kódová (coded value domain), ktorá definuje obor prípustných hodnôt atribútu.



Obrázok 7. Postup aplikovania atribútových domén [4].

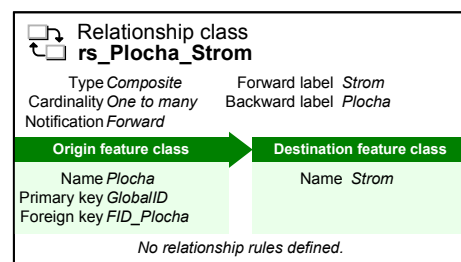
Obrázok 7 vyjadruje možný postup aplikovania atribútových domén, ktoré majú okrem spomínaných vlastností tiež vlastnosti správania sa pri rozdeľovaní alebo spájaní geometrií prvkov. Táto „politika“ je definovaná priamo geodatabázou a nie je nutné programovo do procesu zasahovať.

V návrhu modelovej geodatabázy projektu bola pri kódových doménach zvolená „politika“ ich štandardného správania sa (default hodnota) v prípade spojenia alebo rozdelenia geometrií prvkov. V ERA diagrame (Príloha A) sú domény znázornené červenou farbou s príslušným popisom.

6.1.3 Väzby

Všetky objekty geodatabázy, ktoré budú podliehať replike, musia obsahovať jedinečný identifikátor „GlobalID“. Tento identifikátor bol vytvorený pre každý objekt v modelovej geodatabáze nástrojom ArcCatalog. Pre existujúce entity boli hodnoty identifikátora automaticky vygenerované a ďalej sú strážené systémom

ArcSDE. Keďže sa jedná o atribút s jedinečnými hodnotami, tento bol použitý ako primárny kľúč prepojenia. Názov väzobného atribútu, na ktorý sa primárny kľúč prepája sa skladá z prefixu FID_ a výstižného názvu objektu, odkiaľ bude preberaný primárny kľúč, pričom tento cudzí kľúč je identického dátového typu.



Obrázok 8. Grafická reprezentácia väzieb v ERA diagrame.

V modelovom riešení geodatabázy boli uplatnené tri typy väzieb. Prvý typ prepája vybrané priestorové prvky, druhý typ prepája priestorové prvky a objekty tabuliek a posledný vybrané objekty tabuliek vzájomne. Pre každú väzbu bola definovaná vhodná kardinalita typu a tiež typ vzťahu (jednoduchý alebo kompozitný). Pri vybraných väzbách bol definovaný typ vzťahu ako kompozitný, ktorý zabezpečí fyzické vymazanie všetkých entít, pokiaľ by bola zrušená, vymazaná nadradená entita. Jednoduchý typ spojenia ponecháva všetky entity alebo prvky vo väzbe nedotknuté, atribútové dáta ostávajú nezmenené. Prepojenie je zrušené tak, že hodnota väzobného atribútu príslušnej entity je nastavená na NULL (prázdna). V ERA diagrame (Príloha A) sú väzby interpretované zelenou farbou.

6.1.4 Kartografická reprezentácia

Pôvodným zámerom bolo vytvorenie dvoch kartografických reprezentácií, pre dva spôsoby zobrazovania priestorových prvkov. Jeden spôsob pre vizualizáciu prvkov v prostredí ArcMap so zameraním na tlač mapových kompozícií alebo publikáciu dát na webe. Druhý spôsob pre zobrazovanie prvkov na obrazovke mobilných zariadení, kde ich symbolika mala zodpovedať kvalite zobrazovacej jednotky, teda mala byť veľmi jednoduchá. Od tohto zámeru však bolo upustené, pretože SDK pre mobilné zariadenia

umožňuje pracovať len s jednoduchou symbolikou prvkov. Kartografická reprezentácia vo vývojovom prostredí zatiaľ nie je podporovaná.

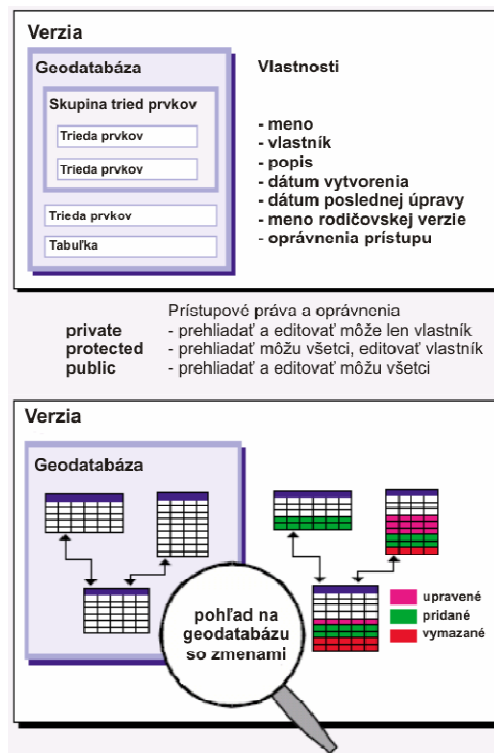
6.1.5 Implementácia modelu a nastavenie vlastností geodatabázy

Geodatabáza spravovaná prostredníctvom technológie ArcSDE integruje pri registrácii do relačnej databázy v SRBD množstvo pridaných funkcionalít v podobe nových systémových pohľadov, funkcií alebo spúští. Pokiaľ by sa k dátam, ktoré sú uložené v geodatabáze pristupovalo len v režime pre čítanie, nie je potrebné vykonávať akékoľvek ďalšie doplnujúce nastavenia a geodatabáza je po jej vytvorení okamžite schopná pracovať vo viac užívateľskom režime, pričom autentifikáciu užívateľa zabezpečuje SRBD.

Keďže pri riešení úloh zadania tejto práce sa očakáva, že dáta centrálnej databázy budú podliehať aktualizácii je potrebné geodatabázu pre takýto stav pripraviť. Nie je dôležité, či aktualizácia bude prebiehať priamo v SRBD alebo v odpojenej replike dát.

Príprava požadovaného stavu geodatabázy spočíva v jej registrovaní do stavu tzv. „verzionovaného“ (Obrázok 9), ktorý umožní užívateľom geodatabázy dáta editovať bez straty informácií o editácii iným užívateľom a zároveň poskytuje poverenému správcovi nástroje na riešenie konfliktov, ktoré pri editácii vo viac užívateľskom režime môžu vzniknúť. Čo vytvorenie verzie znamená a čo umožňuje ?



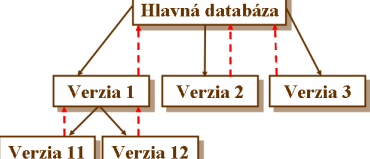
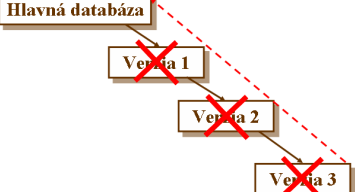

- Pomenovať istý stav geodatabázy. Používateľ vie popísať vytvorenú verziu, či ide o návrh, opravu alebo históriu.
- Zadefinovať nové vlastnosti s výberom objektov, ktoré vo verzii participujú.



Obrázok 9. Vlastnosti verzie v geodatabáze [4].

- Vytvoriť verziu z existujúcej verzie. Počet vytvorených verzií nie je limitovaný. Každá verzia má pritom tie isté analytické vlastnosti ako geodatabáza bez verzie. Každá geodatabáza má pri jej zriadení základnú (default) verziu.
- Vykonať porovnanie a uvedenie do súladu (reconcile) k nadradenej verzii. Ak porovnanie nevykazuje nezrovnalosti, používateľ môže vykonané zmeny odoslať do nadradenej alebo základnej verzie.
- Pripojiť sa užívateľom k akejkoľvek verzii, na ktorú majú pridelené prístupové práva.

Tabuľka 4. Tok informácií pri modifikácii geodatabázy s využitím rôzneho prístupu k verziám.

	<p>Priame editovanie. Na editovanú databázu je pripojených viac pracovníkov a priamo editujú základnú databázu. Po ukončení sú identifikované všetky konflikty ktoré musia byť uvedené do súladu (reconciled)</p>
	<p>Dvojúrovňové editovanie. Z hlavnej databázy je vytvorených viac verzií, ktoré reprezentujú nové úpravy alebo reprezentujú nový projekt. Triedy prvkov a objekty môžu byť poslané do hlavnej databázy.</p>
	<p>Viacúrovňové editovanie. Podstata je taká ako v dvojúrovňovom editovaní verzií, ale verzia 1 nemôže byť zosúladená a poslaná do hlavnej databázy, pokiaľ verzie 11 a 12 nie sú zosúladené a poslané do verzie 1.</p>
	<p>Cyklická editácia. Verzie nasledujú jedna za druhou, keď je posledná verzia zosúladená a poslaná do hlavnej databázy, všetky verzie môžu byť vymazané alebo zachované ako historické reprezentácie.</p>
	<p>Editovanie so zachovaním histórie. Pri tomto editovaní môžeme deklarovať historické verzie, ktoré nemusia byť zosúladené a poslané do hlavnej databázy. Tvoria parciálnu zálohu hlavnej databázy.</p>

Používaním verzií nedochádza k duplicitě údajov alebo zmene v schéme geodatabázy. Vytvorením verzie systém vytvorí zmenové tabuľky, do ktorých sa ukladajú vykonané zmeny. Týmto spôsobom systém mimoriadne efektívne manipuluje a poskytuje všetky dáta. Možnosti vytvárania verzií sú prakticky neobmedzené. Projektový manažér si môže vybrať najvhodnejšiu interpretáciu pre riešenie a sledovanie projektu (Tabuľka 4).

Pri úprave, editovaní verzie teda dochádza k zmenám, ktoré je podľa zvolenej stratégie potrebné poslať do nadradenej verzie alebo do verzie základnej. Aby nedochádzalo pri tejto činnosti ku konfliktom, systém pre túto činnosť poskytuje dva

nástroje. Nástroj pre porovnanie zmien *reconciling* a nástroj pre odoslanie a synchronizáciu zmien *posting*, ktoré na seba logicky nadväzujú.

Konflikty v geodatabáze môžu nastať pri zmene prvku v rôznych verziách alebo pri jeho zmazení v jednej verzii a v inej k jeho modifikácii. V takýchto prípadoch systém požaduje potvrdenie, ktorá verzia je platná. Po jej potvrdení používateľ odošle zmeny. Pri ich odoslaní dochádza k synchronizácii verzií, vyrovnaní stavov. Verzie sa stávajú identické. Záznamy v zmenových tabuľkách sú označené ako neplatné. Ak ich chce používateľ vymazať, musí použiť nástroj na komprimovanie geodatabázy. V takomto prípade sú všetky synchronizované zmenové tabuľky vymazané. Ak už neexistuje žiadna aktívna zmenová tabuľka, objekt je možné odregistrovať z verzie alebo verzií.

V prípade projektu riešeného v tejto práci bola v SRBD (MS SQL 2005) vytvorená databáza, do ktorej bola procesom „Post Instalation“ registrovaná nadstavba ArcSDE. Vytvorená geodatabáza bola prostredníctvom nástroja ArcGIS – ArcCatalog pridaná ako priestorová geodatabáza do katalógu priestorových databázových spojení, čím sa stala disponibilná pre všetky nástroje ArcGIS.

Tým istým nástrojom bol do geodatabázy implementovaný ERA model (Príloha A). Keďže v projekte sa počítalo aj s dátami, ktoré slúžia ako polohovo orientačné prvky, pre implementáciu modelu bola založená nová skupina tried prvkov (dataset) s názvom „Výskum“, ktorej bol definovaný súradnicový systém S-JTSK z preddefinovaných možností systému ArcGIS. V geodatabáze boli vytvorené domény tak, aby ich bolo možné implementovať v podobe IO. Postupne boli vytvorené všetky objekty tried prvkov a objekty tabuliek, ako uvádza ERA model, pričom na vybrané atribútové polia boli implementované navrhované IO. Po vytvorení objektov boli zadefinované väzby, ktoré sú v geodatabáze uložené ako samostatné objekty.

Do tried prvkov, pre ktoré existovali externé dáta tieto boli načítané a podrobené procesom kontrol. Prvá kontrola bola urobená na polohovú správnosť, kde bola použitá možnosť aplikovať na triedy prvkov topologické pravidlá. Po skontrolovaní správnej polohy objektov boli definované topologické pravidlá vymazané, z dôvodu ich problematického správania sa po registrovaní prvkov novou verziou v geodatabáze. Následne boli na správnosť skontrolované atribútové dáta. Správnosť dát bola

kontrolovaná definovanými logickými podmienkami a zároveň IO, ktoré boli aplikované na vybrané polia.

Posledným krokom v procese prípravy geodatabázy bolo zaregistrovanie skupiny tried prvkov ako verzionované. Zaregistrovaním skupiny do verzie boli automaticky verziami zaregistrované aj všetky objekty, ktoré sú vo väzbe s objektmi, ktoré sa nachádzajú v registrovanej skupine tried prvkov. Objekty sa pritom nemusia v skupine nachádzať.

Následne bola v geodatabáze vytvorená nová, transakčná verzia z názvom „EditByMGIT“, ktorá bude slúžiť ako zdroj a cieľ dát odpojenej repliky a pre editáciu dát projektu. Posledný krok vrátane vytvorenia novej transakčnej verzie sa v priebehu riešenia ukázali ako nevyhnutné z nasledujúcich dôvodov“:

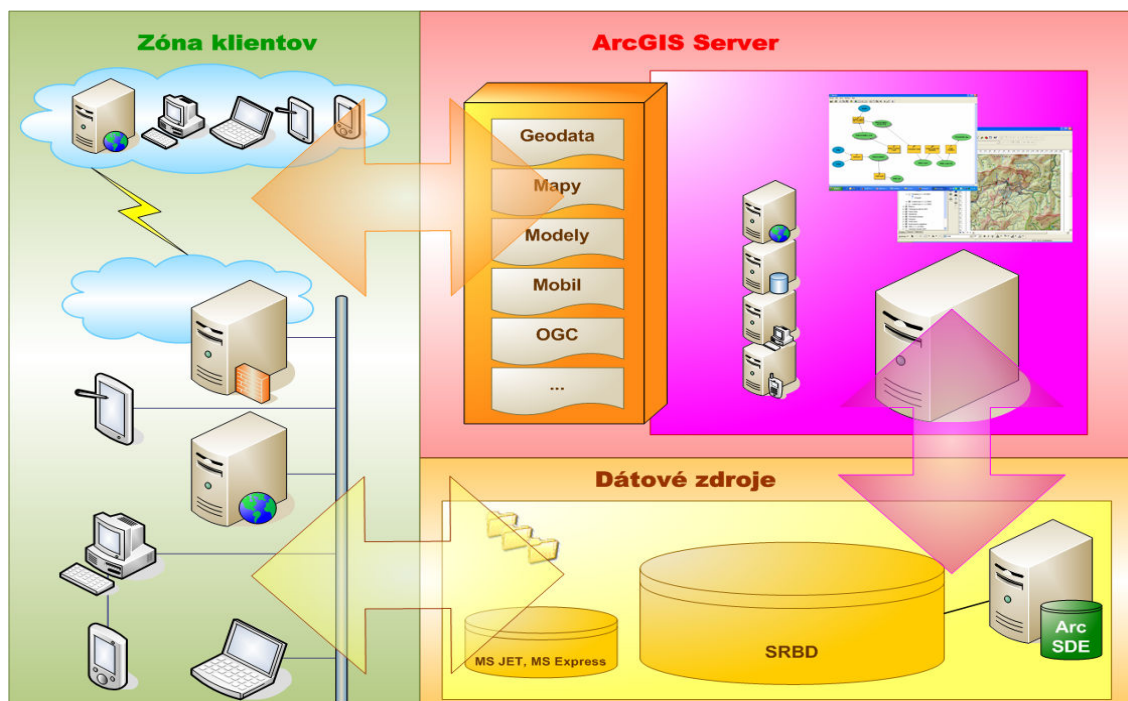
- Triedy prvkov, ktoré nie sú registrované verziami sú síce procesom tvorby odpojenej repliky exportované ako vrstvy (layers), ale v ich vlastnostiach je nastavený príznak, ktorý nepovolí ich editáciu. To znamená, že replikované vrstvy je možné zobrazovať, získavať ich vlastnosti, ale nie je možné tieto vlastnosti meniť. Taktiež nie je povolené meniť alebo dopĺňať ich geometriu.
- Objekty tabuliek, ktorých entity sú vo väzbe s exportovanými prvkami nie je možné vôbec replikovať, ak nie sú registrované samostatnou transakčnou verziami. Systém ArcGIS v spolupráci s geodatabázou nepovolí vytvorenie repliky a pokus o ňu sa končí výnimkou identifikujúcou nepovolenú aktivitu.

Z predchádzajúceho vyplýva, že dáta, ktoré budú slúžiť ako polohovo orientačné prvky projektu, tieto nemusia byť registrované verziami. Výhodou je, že tvorca editačného systému odpojenej repliky nemusí dohliadať na to, ktoré dáta majú podliehať editácii a ktoré nie. Triedy prvkov nesú tento príznak so sebou a stačí ho rozlíšiť pri samotnej požiadavke o editáciu. O to väčší dôraz je však kladený na tvorca dokumentu, prostredníctvom ktorého budú dáta publikované, aby predmetné dáta zakomponované do dokumentu nastavil správne.

6.2 Sprístupnenie služieb ArcGIS Servera

ArcGIS Server, okrem prístupu ku geodátam, je schopný tieto geodáta publikovať a to prostredníctvom rôznych služieb (Obrázok 10). Publikované služby sú dostupné prostredníctvom štandardného HTTP (Hypertext Transfer Protokol) protokolu

dokumentované ako „ArcGIS Server SOAP Web services“ [19]. Týmto spôsobom sú dosiahnuteľné, prístupné prakticky z ktoréhokoľvek miesta vybaveného dostupným pripojením sa k počítačovej sieti Internet. Vlastnú definíciu služieb a ich metód, ktoré služba očakáva ako požiadavky na špecifickej URL (Uniform Resource Locator) adrese je možné získať prostredníctvom WSDL (Web Service Description Language), ktorý je možné zadať ako doplnkový parameter za reťazec URL služby. Napr. požiadavka `http://localhost/arcgis/services?wsdl` vráti odpoveď v podobe XML dátového toku (streamu) aké dáta sa na zadanej adrese nachádzajú a akými metódami je možné k nim pristupovať. Dáta v tomto prípade znamenajú informácie o katalógovej službe na zadanom URL.



Obrázok 10. Vybrané služby ArcGIS Servera pre publikáciu geodát.

Procesu publikácie služieb predchádzala tvorba mxd dokumentu, ktorý je zdrojom informácií o dátovom úložisku pre ArcGIS Server. Odkazy na zdroje dát v tomto dokumente zodpovedajú určitým pravidlám.

Zdroj dát je čerpaný z definície pripojovacieho reťazca (connection string), ktorý je vytvorený nástrojom ArcCatalog. To znamená, že aký užívateľ vystupuje v pripojovacom reťazci a aké práva má definované v geodatabáze, také práva na geodatabázu bude mať aj služba ArcGIS Servera. Očakáva sa, že heslo užívateľa je uložené v pripojovacom reťazci, pokiaľ sa jedná o databázovú autentifikáciu. Ak je použitá autentifikácia operačným

systémom, ArcGIS server bude vystupovať pod menom užívateľa, ktorý spúšťa jeho proces. Ak takýto užívateľ v geodatabáze neexistuje alebo nemá dostatočné práva na objekty geodatabázy, služba nebude spustená z dôvodu nedostupnosti dát a proces publikácie služby bude zastavený.

Pri tvorbe dokumentu je teda potrebné zvážiť, k akému účelu bude publikovaná služba slúžiť. Pokiaľ je očakávaná aktualizácia geodát, ako je to v prípade tohto projektu, netreba opomenúť to, aby zdrojom geodát boli objekty, ktoré sú registrované verziou geodatabázy a aby pre ne bola nastavená správna verzia.

Pre overenie správnosti a funkčnosti navrhovaného systému pre manažovanie odpojených dátových replík, je potrebné vytvoriť dve služby. Prvú, mobilnú mapovú službu, prostredníctvom ktorej budú publikované a replikované priestorové dáta. Druhú, geodátovú službu, prostredníctvom ktorej budú replikované dáta objektov tabuliek, ktoré sú vo väzbe s priestorovými triedami prvkov.

6.2.1 Mobilná mapová služba

Pre mobilnú mapovú službu je nástrojom ArcGIS – ArcMap vytvorený mxd dokument, ktorý slúži ako zdroj informácií pre ArcGIS Server, prostredníctvom ktorého bude publikovaná mobilná mapová služba. Tvorbu mxd dokumentu pre tento typ služby je vhodné podriaďiť určitým zásadám [15], ktoré je možné zhrnúť nasledovne:

- Dáta pre mobilnú mapovú službu delíme na základné (topografický podklad) a dáta pracovné, ktoré budú podliehať editácii.
- Je potrebné uvedomiť si, ktoré dáta a informácie je nevyhnutné mať k dispozícii pri odpojenej editácii. Množstvo dát ovplyvňuje rýchlosť procesov a práce s odpojenou mobilnou mapovou cache. Vhodná selekcia definovaná dopytom v publikovanom dokumente môže znížiť ich rozsiahly počet na počet postačujúci.
- Rozhodujúcim faktorom pre prípravu dát mobilnej mapovej služby je kvalita cieľového zariadenia. Jemu musíme podriaďiť nastavenia pre zobrazovanie tak, aby pri danom rozlíšení obrazovky zariadenia nedochádzalo k strate obrazových informácií. Taktiež je vhodné zamyslieť sa nad prírodnými podmienkami, kde a kedy bude cieľové zariadenie použité. Svetelné podmienky, dážď môžu znížiť kvalitu viditeľnosti zobrazovacej jednotky. Týmto aspektom je potrebné podriaďiť

dynamické zobrazovanie, priradenie symbolov a ich farebnú škálu, ktorými sa triedy prvkov budú zobrazovať

- Každá trieda prvkov má vlastný pripojovací reťazec, ktorý určuje dátový zdroj a verziu dátového zdroja. Okrem tejto informácie, nesú publikované dáta svoj stav o tom, či je možné ich editovať. Dáta publikované z personálnych alebo súborových geodatabáz majú tento stav označený ako stav len pre čítanie. Obdobne, ako dáta publikované z neverzionovanej databázy, tieto nie je možné po načítaní editovať.
- Do mxd dokumentu je možné zaradiť aj rastrové dáta, či je možné zvýšiť polohovo orientačnú výpovednú hodnotu. Kvalitu rastra je možné počas tvorby odpojenej mapovej cache manažovať. Veľkosť a kvalita rastra podobne, ako veľké množstvo dát tried prvkov ovplyvňuje rýchlosť procesov a práce s odpojenou mobilnou mapovou cache.

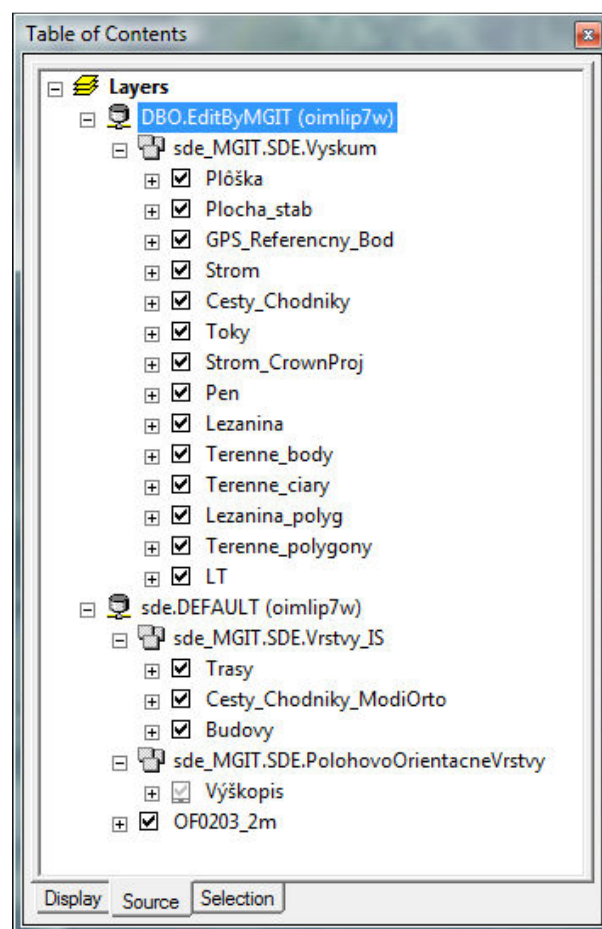
6.2.1.1 Príprava mxd dokumentu.

Pri riešení zadanej problematiky sa očakáva, že mobilná mapová služba bude publikovať dáta, ktoré budú podliehať editácii, tak aj dáta, ktoré budú slúžiť pre priestorovú orientáciu.

Do prvej kategórie dát, ktoré budú podliehať editácii, boli zahrnuté všetky dáta, ktoré boli implementované do geodatabázy (kapitola 6.1.5).

Do druhej kategórie, určenej pre polohovú orientáciu, boli zaradené vybrané dáta, ktoré boli vytvorené v rámci bakalárskej práce autora alebo boli získané z externých zdrojov.

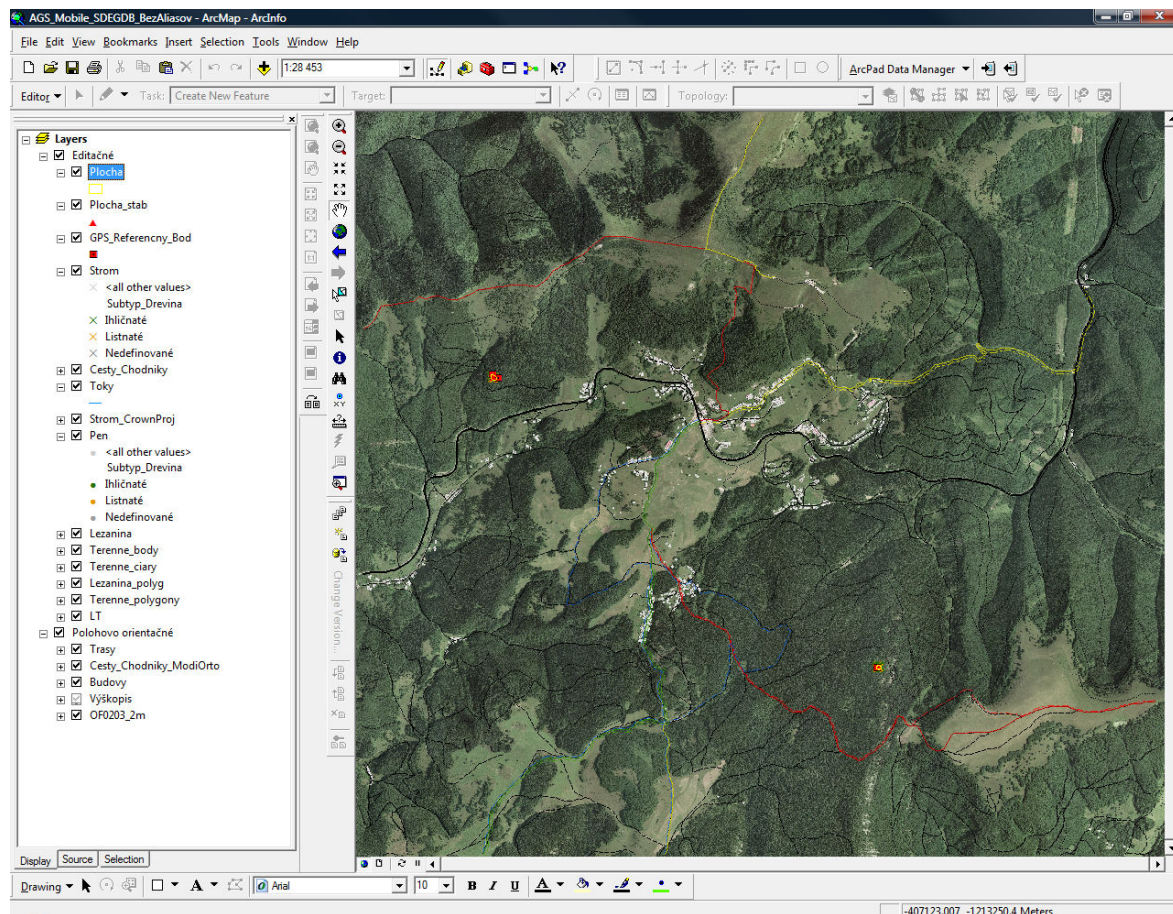
Kategórie dát boli v prostredí ArcMap postupne načítané, najprv prvá kategória, ktorej bola zmenená aktuálna



Obrázok 11. Tabuľka zdrojov dát mxd dokumentu.

verzia „DEFAULT“ na vopred definovanú transakčnú verziu „EditByMGIT“. V druhom kroku bola načítaná kategória dát polohovo orientačných prvkov a nakoniec obraz podkladového rastra, všetky v základnej verzii. Obrázok 11 ilustruje zdroje načítaných dát, aktuálnu verziu (text vedľa ikony dátového zdroja) a skupinu tried prvkov v ich dátovom zdroji.

Triedy prvkov boli z dôvodu prehľadnosti v dokumente zoskupené podľa jednotlivých kategórií (Obrázok 12). Pre všetky triedy prvkov boli definované symboly a ich farebné vyjadrenie, ktorými budú obrazovo interpretované. Vybraným triedam prvkov boli definované parametre dynamického zobrazovania sa na základe zvolenej mierky.



Obrázok 12. MXD dokument určený pre publikáciu služby (Ortofotomapa © GEODIS Slovakia, s.r.o., 2002)

Finálne pripravený mxd dokument bol uložený do zdieľaného adresára, do ktorého má prístup na čítanie aj ArcGIS Server. Pokiaľ by bolo nutné vykonať zmeny v mxd dokumente, toto je možné urobiť, ale zmeny v poskytovanej službe sa prejavajú až po reštartovaní príslušnej služby.

6.2.1.2 Publikovanie mobilnej mapovej služby.

Manažovanie ArcGIS Servera je možné robiť buď prostredníctvom nástroja ArcCatalog alebo prostredníctvom webového rozhrania v štandardnom prehliadači webových stránok. Pokiaľ je mxd dokument vytvorený korektne a dátové zdroje sú dostupné, proces publikovania služieb dokumentu je veľmi jednoduchý za pomoci sprievodcu, ktorý je dostupný pre zvolené prostredie. Postup vytvorenia mobilnej mapovej služby je možné popísať nasledovne.

V prostredí nástroja ArcCatalog, v záložke „GIS Servers“ sa po pripojení na server vyberie voľba „Pridať novú službu“. V prvom dialógovom okne sa vyplní názov služby, vyberie sa typ služby (v našom prípade mapová služba) a voliteľne sa služba popíše. V ďalšej záložke sprievodcu sa vyberie mxd dokument, ktorý bol pre mapovú službu vytvorený a voliteľne sa nastaví ďalšie parametre ArcGIS Servera. V nasledujúcej položke publikácie služieb sa vyberie typ služby, ktorú chceme pre daný mxd dokument publikovať. V prípade potrieb tejto práce sa jedná o služby mapovania „Mapping“, ktorá je v prípade mapovej služby vždy aktívna a prístupu k mobilnej mapovej službe „Mobile Data Access“. Pridané voľby, „Prístup prostredníctvom Web“, „Mapa“, „Dopyty“, „Dáta“, mapovej služby musia byť všetky aktívne. V ďalšom dialógovom okne je nutné zvoliť, že služba bude hromadná. Zároveň je voliteľne možné zmeniť parametre maximálneho počtu inštancií a časových odmlk. V predposlednom dialógovom okne sa špecifikuje proces inštancií služby, ich automatické obnovenie a čas, kedy k obnoveniu dôjde. V poslednom dialógovom okne je možné skontrolovať parametre služby a zvoliť okamžité spustenie služby. Týmto krokmi je mobilná mapová služba (ako nadstavba mapovej služby) vytvorená a dostupná na špecifickej URL adrese.

6.2.2 Geodátová služba

Pokiaľ je daná požiadavka len na vytvorenie repliky priestorových dát a ich interných atribútových tabuliek, postačujúca je publikácia mobilnej mapovej služby. Ak sú však triedy prvkov vo väzbe s inými objektmi tabuliek s rôznou kardinalitou vzťahu, tieto mobilná mapová služba neposkytne. Riešením, ako takéto objekty replikovať je geodátová služba.

Geodátová služba je primárne určená k replikácii geodatabáz, pričom SRBD v ktorom sú dáta ukladané je nepodstatný, pretože čítanie a zápis dát prebieha prostredníctvom rozhrania ArcSDE.

Pre prístup k objektom a k dátam geodatabázy bolo uvažované s rôznymi alternatívami a rôznymi prístupmi. Ako najspoľahlivejšie sa ukázala možnosť využitia geodátovej služby. Prostredníctvom nej je možné získať komplexnú schému geodatabázy a tak získať prehľad o jednotlivých objektoch, doménach, subtypoch, väzbách medzi objektmi, atď.

Geodátová služba zároveň poskytuje rozhranie pre vytvorenie odpojenej repliky objektov, pričom samotnú repliku registruje v geodatabáze. Výhodou je jednoznačná identifikácia repliky, ktorá umožní návrat editovaných dát do správneho cieľa (pôvodného zdroja).

V neposlednom rade sa ako výhoda ukazuje možnosť prenesenia zodpovednosti riešenia dátových konfliktov. Keďže systém pracuje vo viacuzivateľskom režime, vzniknuté konflikty pri editácii nebudú výnimočným javom. V prípade konfliktu geodatabáza uzamkne repliku, rozdielové hodnoty uchová a zmení stav repliky na stav v konflikte. Správca geodatabázy má možnosť konflikt vyriešiť a následne dáta synchronizovať do nadradenej verzie. Uzamknutá replika je po úspešnej synchronizácii automaticky vymazaná, dáta v publikovanej verzii sú v zhode.

Príprava dát pre geodátovú repliku nevyžaduje žiadne mimoriadne aktivity. Ak sa pri príprave mobilnej mapovej služby objekty registrovali ako verzionované transakčnou verziou, požiadavka sa prostredníctvom definovaných väzieb preniesla aj na objekty tabuliek a tieto boli taktiež zaregistrované identickou transakčnou verziou. Registrácia objektov transakčnou verziou je však striktnou požiadavkou pre úspešnú tvorbu replík objektov. Ak tieto nie sú verzionované, služba odmietne vytvoriť repliku a proces tvorby repliky končí výnimkou.

Pre publikovanie geodátovej služby je možné použiť dva zdroje informácií, ktoré je schopný ArcGIS Server spracovať.

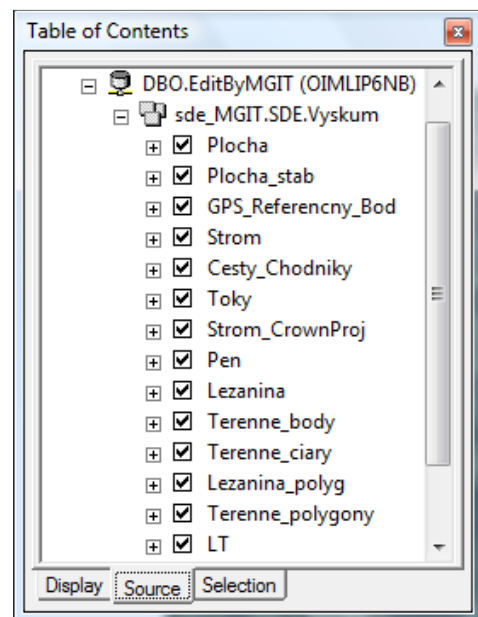
Prvý, mxd dokument, ktorý obsahuje buď triedy prvkov, na ktoré sú vytvorené väzby objektov alebo samotné objekty, ktoré budú replikované. Geodátová služba v každom prípade pracuje s celou geodatabázou, odkiaľ zdroje pochádzajú. Ak sa však v dokumente

nachádzajú triedy prvkov z rôznych geodatabáz alebo z rôznych skupín tried prvkov, ktoré sú registrované rôznymi verziami, pokus o vytvorenie geodátovej služby zlyhá. ArcGIS Server nevie, ktoré objekty a v akej verzii má publikovať. V našom prípade, vyššie popísaný mxd dokument nevyhovuje požiadavkám a geodátovú službu so zdrojom informácií z tohto dokumentu nie je možné vytvoriť. Alternatívou je vymazať z dokumentu všetky objekty, ktoré nie sú registrované požadovanou transakčnou verziou, dokument uložiť do samostatného súboru a tento použiť ako zdroj informácií pre vytvorenie geodátovej služby.

Druhým zdrojom informácií môže byť súbor geodatabázového spojenia, ktorý používa ako definičný súbor pre pripojenie sa ku geodatabáze nástroj ArcCatalog. Súbor však musí obsahovať informáciu o tom, že sa pripája transakčnej verzii geodatabázy, ktorá musí byť v zhode s verzou pre triedy prvkov, ktoré budú podliehať editácii.

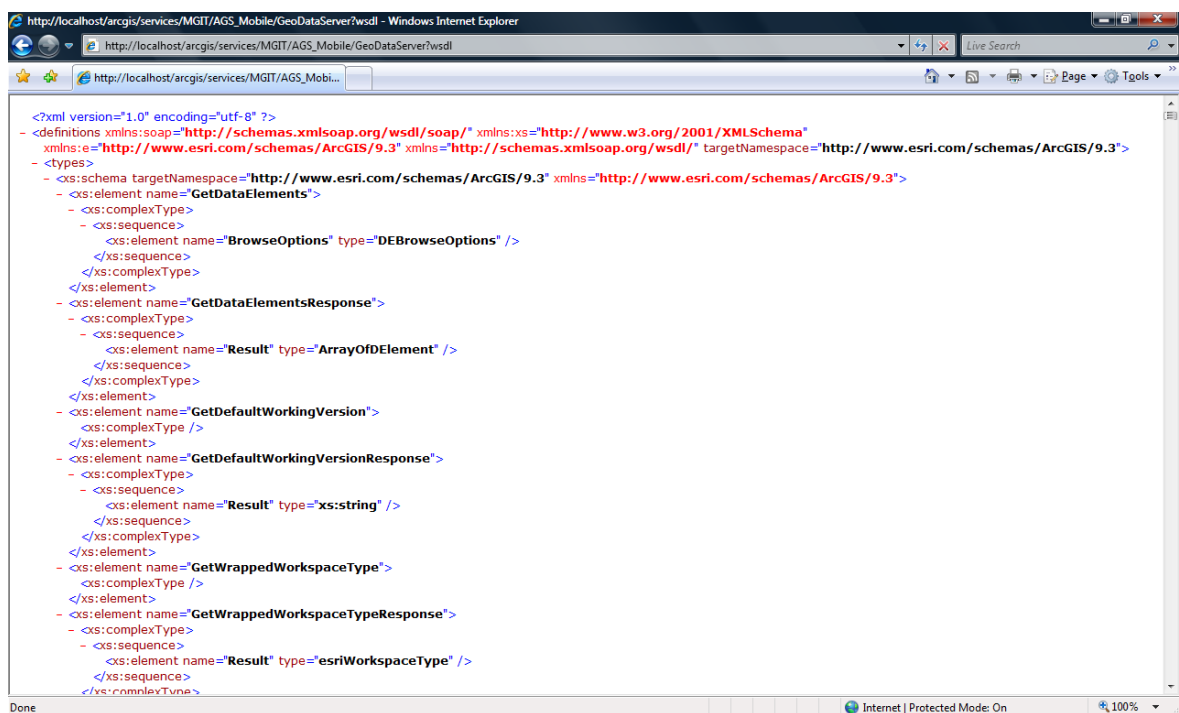
Pri riešení zadanej problematiky bola použitá prvá alternatíva pre publikovanie geodátovej služby. Pôvodný súbor určený pre mobilnú mapovú službu bol modifikovaný tak, že v jeho obsahu ostali len tie triedy prvkov, ktoré budú podliehať editácii v odpojenom režime. Dokument bol uložený do samostatného súboru, ktorý sa stal zdrojom informácií pre vytvorenie geodátovej služby. Podobne, ako pri mobilnej mapovej službe je vytvorenie geodátovej služby jednoduché.

V prostredí nástroja ArcCatalog, v záložke „GIS Servers“ sa po pripojení na server vyberie voľba „Pridať novú službu“. V prvom dialógovom okne sa vyplní názov služby, vyberie sa typ služby (v našom prípade geodátová služba) a voliteľne sa služba popíše. V ďalšej záložke sprievodcu sa vyberie mxd dokument alebo súbor geodatabázového pripojenia, ktorý bol pre geodátovú službu vytvorený a voliteľne sa nastaví ďalšie parametre ArcGIS Servera. V nasledujúcej položke publikácie služieb sa vyberie typ služby, ktorú chceme pre daný mxd dokument publikovať. V prípade riešenej problematiky



Obrázok 13. Tabuľka zdrojov dát mxd dokumentu pre geodátovú službu

je nutné publikovať geodáta. Služba je preddefinovaná ako aktívna. Musí byť dosiahnuteľná prostredníctvom webu a musí mať zapnuté všetky voliteľné operácie, vrátane repliky. V ďalšom dialógovom okne je nutné zvoliť, že služba bude hromadná. Zároveň je voliteľne možné zmeniť parametre maximálneho počtu inštancií a časových odmlík. V predposlednom dialógovom okne sa špecifikuje proces inštancií služby, ich automatické obnovenie a čas, kedy k obnoveniu dôjde, podobne, ako pri publikovaní mobilnej mapovej služby. V poslednom dialógovom okne je možné skontrolovať parametre služby a zvoliť okamžité spustenie služby. Týmto krokmi je geodátová služba vytvorená a dostupná na špecifickej URL adrese.



Obrázok 14. Overenie stavu geodátovej služby pomocou webového prehliadača.

Ako overiť, či sú publikované služby dostupné? V prostredí prehliadača, napr. Internet Explorer sa po zadaní URL adresy služby a parametra wsdl sa zobrazí stránka v XML formáte publikovanej služby (Obrázok 14).

6.3 Návrh aplikácie pre správu odpojenej dátovej cache

Tak, ako je uvedené v cielei tejto práce (kapitola 1), úlohou riešenia projektu je navrhnúť programové riešenie, ktorého funkcionality spočíva v realizovaní požiadaviek používateľa tak, aby bol systém prostredníctvom služieb ArcGIS Servera schopný replikovať priestorové dáta vrátane objektov atribútových tabuliek, ktoré sú s nimi vo

väzbe. Väzby sú definované na úrovni geodatabázy a vystupujú v nej ako samostatné objekty.

Všetky informácie o objektoch uložených v geodatabáze musia byť získané priamo z geodatabázovej schémy. Týmto krokom sa riešenie stáva nezávislé na návrhu geodatabázy, nie je pevne viazané ku konkrétnemu návrhu a ani k predstavenému modelovému návrhu geodatabázy.

Replikované geodáta budú uložené tak, aby ich bolo možné čítať iným programovým riešením, pričom ich editácia musí spĺňať všetky náležitosti odpojenej repliky. Pre alternatívne programové riešenia bude vytvorený predpis, ktorý v rámci operačných možností bude definovať vlastnosti a metódy pre prácu s odpojenou replikou.

Navrhované programové riešenie musí byť schopné zabezpečiť návrat editovaných hodnôt späť do geodatabázy prostredníctvom identických služieb ArcGIS Servera, z ktorých boli odpojené, pričom umiestnenie inštancie ArcGIS Servera nie je rozhodujúce. Znamená to, že ak sa zmení server (vrátane názvu alebo IP adresy) na ktorom je spustená inštancia ArcGIS Servera v priebehu existencie odpojenej repliky, ale pomenované služby ostanú zachované, editované dáta z odpojenej repliky je možné vrátiť späť, repliku je možné synchronizovať.

Replika geodát musí spĺňať stav jednosmerne odpojenej geodatabázovej repliky typu (Check-Out) [18], pričom pomenovaná replika bude registrovaná ArcGIS Serverom priamo v geodatabáze.

Zoznam dostupných služieb ArcGIS Servera je publikovaný prostredníctvom jeho špecifickej katalógovej služby. Používateľ programového riešenia nemusí mať vedomosť o názvoch a URL jednotlivých služieb. Musí však mať vedomosť o tom, ktorá služba (s akým názvom) publikuje pre neho požadované dáta.

Navrhované riešenie má na základe svojej funkcionality odvodený názov „Manažér mobilnej dátovej cache“ (MDCM), ktorý v procese analýzy vystupuje ako servisná aplikácia (SA).

6.3.1 Analýza systému

6.3.1.1 Základná analýza

V prvom kroku návrhu užívateľského programu bola urobená základná analýza požiadaviek, ktoré má navrhovaný systém realizovať. Analýza požiadaviek bola zapracovaná do prehľadnej tabuľky (Tabuľka 5), kde každej požiadavke bol pridelený identifikátor. Ďalej podľa metodiky tvorby softvéru unifikovaným procesom boli požiadavky označené ako funkčné alebo nefunkčné a nakoniec boli ohodnotené prioritou dôležitosti, ktorá určovala naliehavosť a potrebu ich spracovania.

Tabuľka 5. Základná špecifikácia požiadaviek na systém.

ID	Popis	Typ [*]	Priorita ^{**}
P1	Nastavenie SA. Nastavenie vlastností programu určuje zdroj geodát a cieľ uloženia výslednej mobilnej dátovej cache. Nastavenia sú priebežne aktualizované podľa krokov a stavov, v ktorých sa aplikácia nachádza. Konečné nastavenie je uložené do XML súboru, ktoré je možné neskôr spätne načítať do operačnej pamäte. Realizovaním tejto požiadavky je zabezpečený taký stav vlastností programu, ktorý umožní vytvorenie odpojenej repliky geodát do užívateľom určeného lokálneho dátového cieľa alebo návrat editácie do predvoleného dátového zdroja z ktorého boli geodáta replikované.	F	1
P2	Vybrať služby. Požiadavka na výber dostupných aktívnych služieb, ktoré poskytuje ArcGIS Server. Jedná sa o dva typy služieb. Prvá, mobilná mapová služba, prostredníctvom ktorej sú publikované priestorové dáta v podobe vrstiev a druhá, geodátová služba, ktorá zabezpečuje komunikáciu s geodatabázou a jej objektmi.	F	1
P3	Vytvoriť mobilnú dátovú cache. Ide o požiadavku vlastného exportu, vytvorenia repliky priestorových geodát a objektov atribútových dát, ktoré sú s nimi v definovanej väzbe. Požiadavka komunikuje s oboma službami ak sú dostupné a na základe ďalších užívateľských požiadaviek vytvára odpojenú repliku.	F	1
P4	Importovať zmeny dátovej repliky. Jedná sa o proces návratu editovaných entít alebo objektov odpojenej mobilnej dátovej cache. Požiadavka realizuje návrat ako priestorových tak aj atribútových dát späť do geodatabázy prostredníctvom služieb ArcGIS Servera.	F	1

V nasledujúcom kroku bol vypracovaný základný slovníček pojmov (Tabuľka 6), ktorý jednoznačne popisoval pojmy tak, aby nedochádzalo k ich viaczmyselnému vysvetleniu alebo pochopeniu.

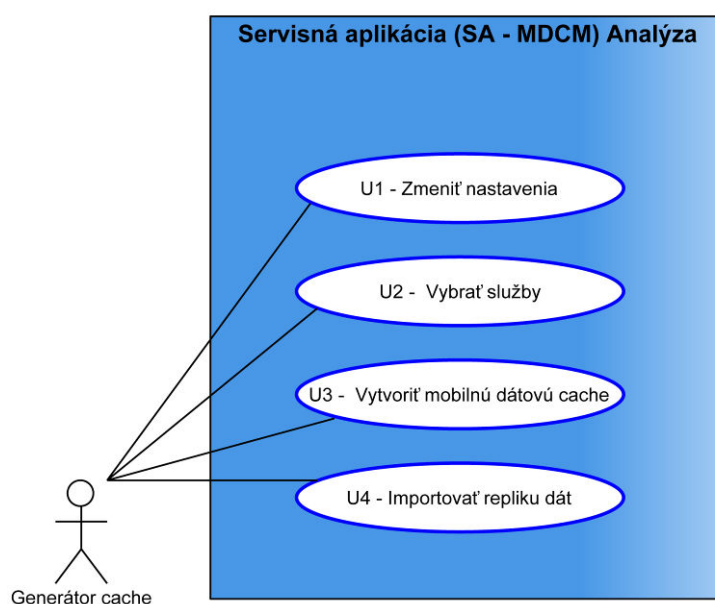
* Typ: funkčné (F), nefunkčné (N) požiadavky
 ** Priorita: 1 – 4 (1-vysoká, 4-nízka)

Tabuľka 6. Základný slovníček pojmov.

Pojem	Popis
Používateľ	Osoba, ktorá má na svojom osobnom počítači nainštalovaný program. Prostredníctvom štandardného HTTP protokolu pristupuje na služby ArcGIS Servera, prostredníctvom ktorých je schopný vytvoriť odpojenú repliku geodát.
Objekty geodatabázy	Elementy geodatabázy. Tieto elementy tvoria tabuľky, vektorové reprezentácie priestorových prvkov, rastre, definície väzieb, domény, topologické pravidlá a ďalšie. Objekty geodatabázy sú definované prostredníctvom nástroja ArcCatalog z dôvodu zachovania geodatabázovej integrity riadenej systémom ArcSDE.
Služba ArcGIS Servera	Komunikačné rozhranie ESRI serverového riešenia, ktoré na báze SOAP poskytuje a prijíma dáta alebo požiadavky. Definíciným zdrojom služby je obvykle mapový dokument v podobe ArcMap mxd dokumentu. Pre dané riešenie sú dôležité dve služby. Mobilná mapová a geodátová služba.
Replika geodát	Odpojenie užívateľsky definovaným výberom množiny geodát z geodatabázy a ich uloženie do lokálneho úložného priestoru obvykle na pevnom disku osobného počítača.
Geodatabáza	Priestorová databáza, ktorej úložisko tvorí SRBD a komunikačné rozhranie ArcSDE.

Na podkladoch základnej špecifikácie požiadaviek bol navrhnutý diagram prípadov použitia (UseCase diagram) (Obrázok 15), ktorého úlohou bolo jednoznačne definovať hranicu systému, používateľov systému a činnosti, ktoré užívatelia môžu v systéme vykonávať.

Napriek tomu, že do systému vstupuje len jeden aktér, kedy nie je zvykom vypracovávať takýto diagram, vytvorenie diagramu prípadov použitia bolo považované za dôležité z viacerých dôvodov. Prvým dôvodom bola veľmi dobrá vypovedacia schopnosť diagramu, ktorú je možné využiť pri oboznamovaní sa používateľov so systémom. Ďalším dôvodom bol fakt, že jednotlivé činnosti bolo potrebné detailnejšie rozpracovať tak, aby bolo možné lepšie objasniť základné, generalizované prípady použitia.



Obrázok 15. Základný diagram prípadov použitia.

Posledným krokom základnej analýzy systému bolo vytvorenie mapy požiadaviek (Tabuľka 7) na jednotlivé prípady použitia, ktorá umožní jednoduchú orientáciu sa pri návrhu systému.

Tabuľka 7. Základná mapa požiadaviek na prípady použitia.

	U1	U2	U3	U4
P1				
P2				
P3				
P4				

6.3.1.2 Detailná analýza

Vypracovaná základná analýza bola rozpracovaná do analytických špecifikácií na základe poznatkov autora diplomovej práce a na základe komunikácie s potenciálnymi používateľmi systému, ktorí mali vlastnú predstavu a požiadavky na analyzovaný systém. Postupom špecifikácie bola ako prvá rozpracovaná analýza požiadaviek na systém, pričom parametre požiadaviek zo základnej analýzy ostali nezmenené. Výsledná tabuľka detailnej špecifikácie požiadaviek (Tabuľka 8) bola modifikovaná priebežne aj v procese návrhu systému.

Tabuľka 8. Detailná špecifikácia požiadaviek.

ID	Popis	Typ *	Priorita **
P1	SA by mala načítať dostupné poskytované služby na strane ArcGIS Servera.	F	1
P2	SA by mala umožniť vybrať požadované služby zo zoznamu načítaných služieb.	F	1
P3	SA by mala umožniť používateľovi upraviť globálne nastavenia a zmeniť štandardne preddefinované hodnoty.	F	1
P4	SA by mala na vytvoriť adresárovú štruktúru mobilnej dátovej cache.	F	1
P5	SA by mala načítať mobilnú mapovú cache publikovanú vybranou mobilnou mapovou službou ArcGIS Servera v preddefinovanom rozsahu a uložiť ju do dočasného adresára.	F	1
P6	SA by mala umožniť používateľovi zmeniť mierku dočasne načítanej mobilnej mapovej cache.	F	2
P7	SA by mala umožniť používateľovi vytvoriť vlastný zoznam objektov z objektov uložených v dočasnej mobilnej mapovej cache.	F	2
P8	SA by mala umožniť nastaviť nový rozsah mapy pre export odpojenej mobilnej mapovej cache.	F	2
P9	SA by mala umožniť uložiť konečne definovanú (vybrané objekty, rozsah mapy) mobilnú mapovú cache do adresarovej štruktúry mobilnej dátovej cache.	F	1

* Typ: funkčné (F), nefunkčné (N) požiadavky
 ** Priorita: 1 – 4 (1-vysoká, 4-nízka)

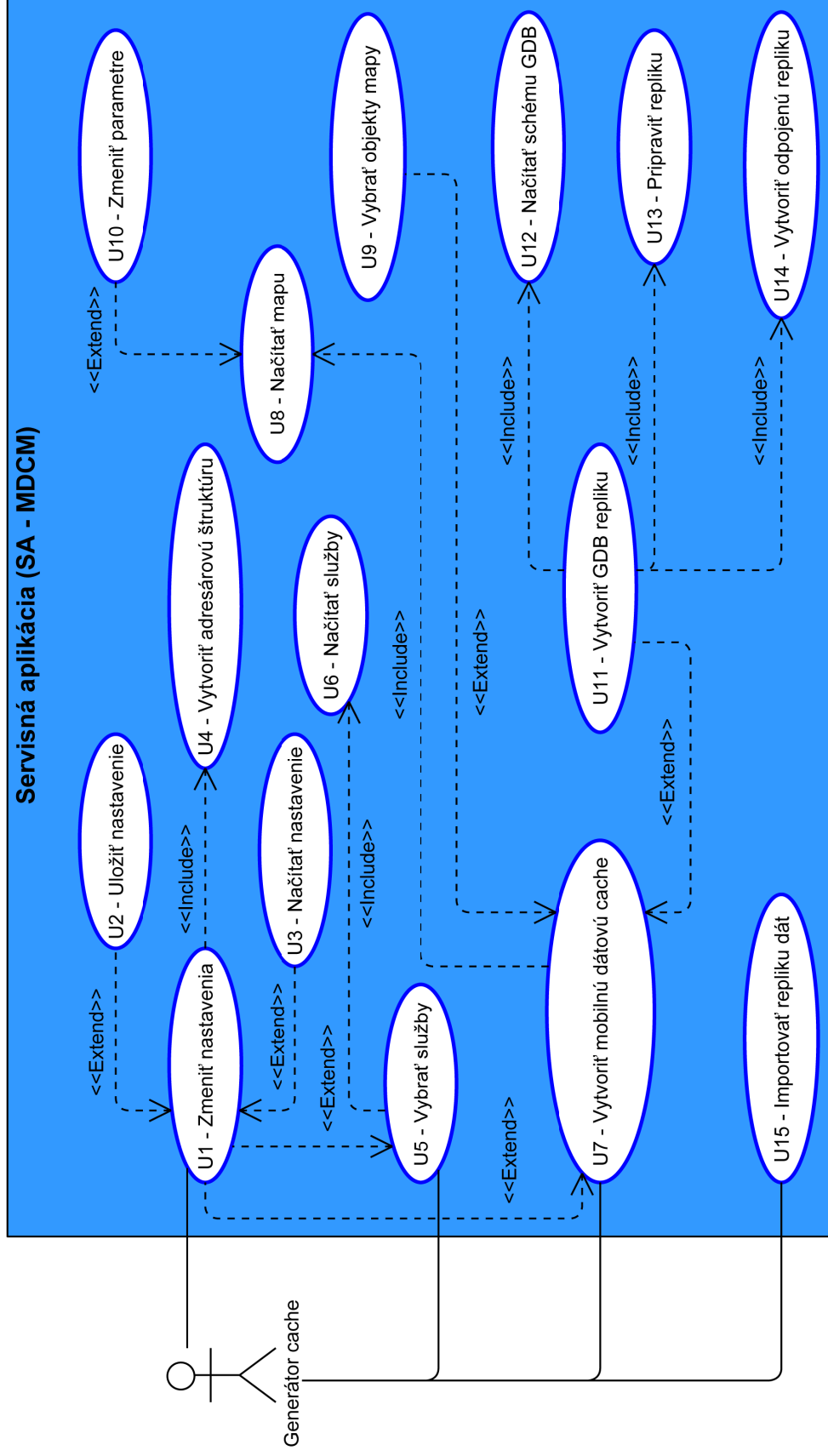
ID	Popis	Typ *	Priorita **
P10	SA by mala umožniť replikovať obsah odpojenej mobilnej mapovej cache späť so službou ArcGIS Servera.	F	1
P11	SA by mala načítať všetky objekty a ich vlastnosti (geodatabázovú schému) zo špecifikovanej geodátovej služby.	F	1
P12	SA by mala overiť existenciu pomenovanej repliky a umožniť užívateľovi nastaviť príznak jej prípadného prepísania.	F	1
P13	SA by mala nastaviť identickú verziu zdroja pre objekty geodátovej služby na základe verzie mobilnej mapovej služby.	F	1
P14	SA by mala umožniť nastaviť repliku objektov (zoznam objektov, ktoré budú do odpojenej repliky zahrnuté).	F	1
P15	SA by mala vytvoriť repliku. Túto by mala uložiť do XML súboru v rámci adresárovej štruktúry mobilnej dátovej cache.	F	1
P16	SA by mala umožniť spätne načítať repliku z XML súboru do operačnej pamäte.	F	1
P17	SA by mala nastaviť potrebné parametre vyžadované geodatabázou pre návrat hodnôt replikovaných dát do geodatabázy prostredníctvom ArcGIS Servera automaticky pri vytváraní rozdielového súboru repliky (schéma UpdateGram).	F	1
P18	SA by mala umožniť uložiť schému UpdateGram a jej vlastnosti do XML súboru pre ďalšiu potrebu pri návrate rozdielových dát.	F	1
P19	SA by mala umožniť načítať schému UpdateGram z XML súboru do operačnej pamäte.	F	1
P20	SA by mala umožniť uložiť schému repliky registrovanú na strane ArcGIS Servera do XML súboru.	F	3
P21	SA by mala vedieť porovnať schémy (geodátová na strane ArcGIS Servera a schéma vytvorenej repliky), rozdiely by mala uložiť do XML súboru pre zvolenie ďalšieho postupu. Ak schémy nie sú identické, nie je možné vrátiť upravené alebo doplnené dáta replikovaných objektov späť na server.	F	3
P22	SA by mala transformovať tabuľky definované ako objekty ESRI tableData do objektov implementovaných na základe triedy MS DataTable. Dôvodom je korektná manipulácia overená v iteračnom procese vo fáze rozpracovania .	F	1
P23	SA by mala vedieť vytvoriť objekt, ktorý by mal mať všetky vlastnosti, potrebné pre editáciu dát replikovaných objektov a zároveň pre možnosť vrátenia repliky späť do geodatabázy prostredníctvom služby ArcGIS Servera. Objekt by sa mal volať odpojená replika.	F	1
P24	SA by mala umožniť uložiť odpojenú repliku pre prácu v odpojenom režime do XML súboru.	F	1
P25	SA by mala umožniť uložiť globálne nastavenia do XML súboru.	F	1
P26	SA by mala umožniť načítať uložené globálne nastavenia z XML súboru do operačnej pamäte.	F	1
P27	SA by mala umožniť načítať uloženú odpojenú repliku z XML súboru do operačnej pamäte.	F	1
P28	SA by mala vedieť aktualizovať dáta repliky do schémy UptadeGram potrebnej pre generovanie delta súboru.	F	1
P29	SA by mala generovať rozdielový delta súbor ktorý je uložený v predpísanom XML formáte.	F	1
P30	SA by mala odoslať repliku geodátovej službe ArcGIS Servera.	F	1
P31	SA by mala kontrolovať adresárovú štruktúru a prítomnosť súborov odpojenej mobilnej dátovej cache.	F	1
P32	SA by mala pracovať nezávisle na licenciách ESRI.	N	1
P33	SA by mala používať štandardné http komunikačné rozhranie s ArcGIS Serverom.	N	1
P34	SA by mala pracovať prostredníctvom SOAP protokolu.	N	1
P35	SA by mala byť spúšťaná na osobných počítačoch s OS Windows XP, Vista. Nemusi byť portovaná pre mobilné zariadenia a iné OS.	N	1

Podobne ako tabuľka detailných špecifikácií požiadaviek bola rozpracovaná aj nasledujúca tabuľka „Slovníček pojmov“. Takto špecifikovaný slovníček slúži pre programátora, analytika ale aj používateľa navrhovaného systému ako orientačná tabuľka v pojmoch, ktorá je lexikónom kľúčových termínov a definícií [3].

Tabuľka 9. Detailný slovníček pojmov.

Pojem	Popis
Generátor cache	Účastník systému, ktorého úlohou je generovať mobilnú dátovú cache. Jeho úlohou je taktiež importovať zmeny v generovanej replike späť do dátového centra prostredníctvom služieb ArcGIS Servera.
Replika	Odpojenie užívateľsky definovaným výberom množiny geodát z geodatabázy. Odpojená časť geodát je zároveň registrovaná v geodatabáze pod pomenovaným a jedinečným názvom. Replikované dáta je možné odpojiť, editovať a následne vrátiť späť do dátového centra. Pri návrate dát je registrácia repliky vymazaná (jednosmerná replika Check-Out).
Názov repliky	Jednoznačný textový identifikátor pod ktorým je registrovaná exportovaná časť dát z geodatabázy.
URL	Uniform Resource Locator. Adresa lokácie v sieti Internet.
Adresár mobilnej dátovej cache	Základný adresár mobilnej dátovej cache. V rámci základného adresára je vytvorená adresárová štruktúra, ktorá slúži pre ukladanie dátových a definičných súborov. Komplex adresárov a súborov je možné chápať ako mobilnú dátovú cache.
Štruktúra	Adresárová štruktúra mobilnej dátovej cache.
Verzia geodatabázy	Vlastnosť geodatabázy vytvoriť novú verziu geodát, ktorú je možné po určitom nešpecifikovanom čase potvrdiť do verzie, na základe ktorej bola predmetná verzia vytvorená. Zjednodušene povedané, jedná sa o tzv. dlhé transakcie.
Mobilná mapová služba	Služba ArcGIS Servera publikovaná prostredníctvom štandardného http rozhrania komunikujúca prostredníctvom SOAP protokolu. Služba poskytuje vrstvy (layers) ktorých zdroj, výber a symbolika sú definované v mapovom mxd dokumente.
Mobilná geodátová služba	Služba ArcGIS Servera publikovaná prostredníctvom štandardného http rozhrania komunikujúca prostredníctvom SOAP protokolu. Služba poskytuje prístup k objektom geodatabázy. Zdroj geodatabázy je definovaný mapovým mxd dokumentom alebo priamo reťazcom spojenia na SDE inštanciu, prípadne priamym spojením na inštanciu SQL servera a jeho databázu.
Globálne nastavenie systému	Statická trieda s preddefinovanými nastaveniami, ktoré sú závislé na operačnom systéme a prihlásenom používateľovi. Vybrané globálne nastavenia je možné zmeniť. Zmenu je možné uložiť do súboru v rámci adresarovej štruktúry mobilnej dátovej cache. Nastavenia je možné spätne načítať a uložiť do vlastností inštancie statickej triedy.
Mobilná mapová cache	Proprietárny formát replikovaných geodát v podobe vrstiev uložených v binárnom formáte. K replikovaným geodátam je možné pristupovať vlastným riešením na základe mobilného SDK dodávaného s inštaláciou ArcGIS Servera verzia Advanced Enterprise.
Rozsah mapy	Rozsah mapy (extent) definovaný súradnicami Xmin, Xmax, Ymin, Ymax.
Načítať služby	Získanie dostupných služieb registrovaných a publikovaných prostredníctvom spustenej inštancie ArcGIS Servera. Využitá je „katalógová služba“, ktorej rozhranie a komunikácia je obdobou mobilnej alebo geodátovej služby.
Načítať mapu	Pripojením sa na mobilnú mapovú službu sú načítané geoprvky v podobe vrstiev (layers) tak, ako sú publikované mobilnou mapovou službou ArcGIS Servera.

Pojem	Popis
Mobilná dátová cache	Mobilná dátová cache v podobe adresárovej štruktúry a súborov. Jej súčasťou je proprietárny formát mobilnej mapovej cache, XML dokumenty so schémou geodatabázy, schémou dátovej repliky, kontrolnou schémou repliky, vlastnou replikou dát a XML dokumentom konvertovaných dát do formátu .NET Framework 2.
DETable	ESRI definícia elementu tabuľky
DERelationship	ESRI definícia elementu väzieb
Schéma geodatabázy	Komplexná informácia o objektoch, dátových typoch, vektorových reprezentáciách, rastroch, väzbách, doménach a ich usporiadaniach, ktoré sú súčasťou geodatabázy.
Layer	Trieda prvkov publikovaná prostredníctvom mobilnej mapovej služby s definovanou symbolikou, popisom, dopytom prípadne projekciou atribútových dát.



Obrázok 16. Rozšírený diagram prípadov použitia.

Podobne, ako pri základnej analýze, v ďalšom kroku postupu bol s podporou vypracovaných podkladov navrhnutý rozšírený diagram prípadov použitia (Obrázok 16), ktorého úlohou bolo bližšie špecifikovať činnosti systému základného diagramu. Pri špecifikácii bol braný zreteľ na to, aby výsledný systém, ktorý bude užívaný bez účasti špecialistu, bol pre používateľa čo najjednoduchší a najzrozumiteľnejší.

Tabuľka 10. Mapa detailných požiadaviek na špecifikované prípady použitia.

	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15
P1															
P2															
P3															
P4															
P5															
P6															
P7															
P8															
P9															
P10															
P11															
P12															
P13															
P14															
P15															
P16															
P17															
P18															
P19															
P20															
P21															
P22															
P23															
P24															
P25															
P26															
P27															
P28															
P29															
P30															
P31															

Posledným krokom základnej analýzy systému bolo vytvorenie mapy detailných požiadaviek (Tabuľka 10) na jednotlivé špecifikované prípady použitia, ktorá slúži na orientáciu sa a kontrolu aplikovateľnosti požiadaviek pri návrhu systému.

6.3.2 Návrh systému

Na základe metodiky tvorby softvérového vybavenia unifikovaným procesom (UP) bol návrh systému „Manažér mobilnej dátovej cache“ (MDCM) riadený tromi axiómami metodiky UP a ich zásadami [3]:

- riadenia prípadmi použitia a rizikom,
- sústredením sa na architektúru,
- zásadou iterácie a inkrementu.

Dôvodom tejto voľby bol fakt, že spomínaná metodika je založená na návrhu a postupnom vývoji softvérového systému [3], kde iteračný a prírastkový aspekt umožňuje systém ďalej vyvíjať a zdokonaľovať.

Je však potrebné poznamenať, že pri návrhu systému neboli rozpracované všetky pohľady na architektúru daného systému. Tento nedostatok vyplynul z nedostatočnej vedomosti autora o unifikovanom modelovacom jazyku (UML) a jeho obecnej mechaniky. Autor práce však verí, že využité techniky dostatočne a názorne dokumentujú popisovaný systém.

Základné kroky pri návrhu systému boli nasledovné:

- Získať definície dané ArcGIS Serverom pre požadované služby prostredníctvom jazyka „Web service description language“ (WSDL).
- Navrhnuť štruktúru úložiska odpojenej mobilnej dátovej cache.
- Navrhnuť triedy pre prácu s objektmi geodátovej repliky.
- Navrhnuť grafické užívateľské rozhranie (GUI) systému.

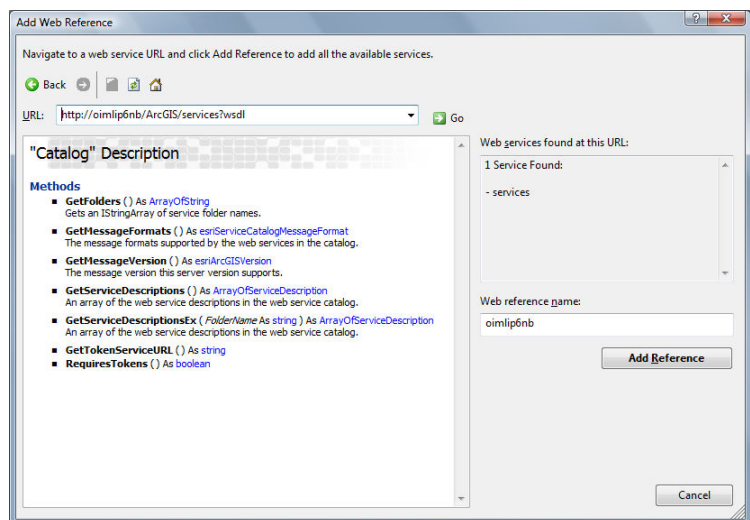
6.3.2.1 Definície WSDL

WSDL je jazyk, ktorý opisuje, aké metódy ponúka webová služba a zároveň možnosti, akým spôsobom je možné s webovou službou komunikovať prostredníctvom SOAP. Komunikácia klienta so serverom prebieha v podobe XML formátovaných dátových tokov. WSDL opisuje verejné rozhrania webovej služby, pričom metódy, požiadavky a vlastnosti sú opísané abstraktne a popisujú konkrétny sieťový protokol.

V prípade návrhu systému vieme na základe špecifikácie požiadaviek, že systém bude používať tri služby. Prvá služba, je služba katalógová, prostredníctvom ktorej ArcGIS

Server poskytuje zoznam všetkých publikovaných služieb jeho inštanciou. Prostredníctvom tejto služby bude systém schopný získať komplexný prehľad o dostupných službách. Druhá služba, je služba mobilná mapová, prostredníctvom ktorej je možné pristupovať k publikovaným priestorovým objektom geodatabázy. Pre túto službu nie je potrebné získavať popis týmto spôsobom, lebo v integrovanom mobilnom SDK do vývojového prostredia sú dostupné všetky nástroje a potrebné definície, ktoré s touto službou pracujú. Poslednou službou je geodátová služba, prostredníctvom ktorej je sprostredkovaný prístup ku geodatabáze, kde sú definované objekty uložené.

V prostredí vývojového nástroja (MS Visual Studio 2008) bol pre definície služieb prostredníctvom WSDL vytvorený samostatný projekt s identickým pomenovaním, ktorého výslednou kompiláciou je dynamická knižnica obsahujúca tieto definície. Do zvoleného projektu boli nalinkované



Obrázok 17. Načítanie WSDL vo vývojovom prostredí.

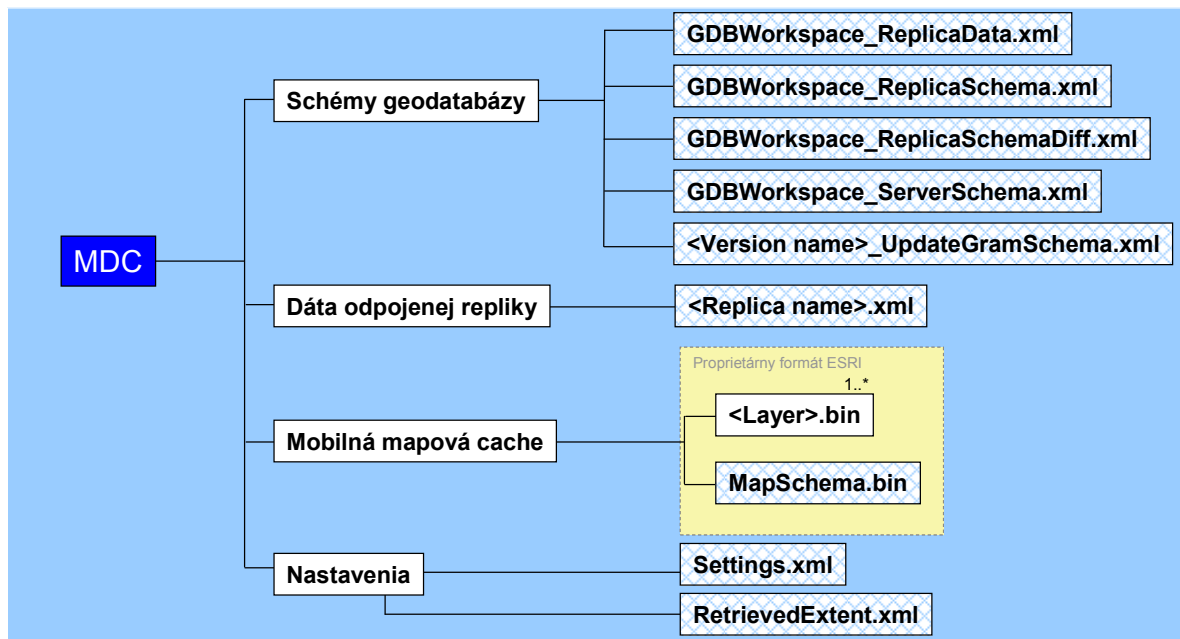
vybrané služby v podobe webových referencií, ktorých URL obsahoval pripojovací reťazec na požadovanú službu (Obrázok 17). Výslednú dynamickú knižnicu je možné linkovaním v podobe referencií pripojiť k akémukoľvek inému projektu a získať tak potrebné metódy a definície pre prácu s ArcGIS Serverom prostredníctvom SOAP.

6.3.2.2 Návrh štruktúry úložiska odpojenej mobilnej dátovej cache.

Mobilná dátová cache predstavuje lokálne úložisko replikovaných geodát, ktoré je možné ľubovoľným spôsobom distribuovať na zariadenia, na ktorých je možné vykonať ich editáciu. V takomto ponímaní je možné chápať mobilnú dátovú cache ako distribuovanú geodatabázu, ktorá zároveň slúži ako zdroj nastavení či definícií, ktoré sú potrebné pre ďalšiu prácu s ňou.

Štruktúra mobilnej dátovej cache bola navrhnutá tak, aby už samotné názvy podadresárov a súborov napovedali, aké dáta či skupiny dát sa v danom adresári

nachádzajú. V procese riešenia projektu bola štruktúra mobilnej dátovej cache niekoľko krát modifikovaná pokiaľ nebola jej podoba finalizovaná.



Obrázok 18. Diagram adresárovej štruktúry mobilnej dátovej cache.

Konečnú podobu mobilnej dátovej cache (Obrázok 18) tvorí jej koreňový adresár s podadresármi, kde sú uložené súbory podľa účelu ich obsahu. Navrhnutú adresárovú štruktúru je možné popísať nasledovne:

- „Schémy geodatabázy“. Do tohto adresára sú ukladané schémy, ktoré sú potrebné pre manipuláciu s dátami prostredníctvom geodátovej služby. Sú výsledkom komunikácie používateľskej aplikácie s touto službou. Výnimku tvorí jeden súbor, ktorého obsahom sú vlastné replikované dáta vo formáte, v akom boli odoslané pri tvorbe geodátovej repliky. Všetky súbory sú uložené vo formáte XML.
- „Dáta odpojenej repliky“. V tomto adresári sú uložené dáta geodátovej repliky, ktoré prešli transformáciou objektov z definície ESRI, do definície .NET Framework 2. Dáta uložené v súbore, ktorého názov je identický s názvom geodatabázou registrovanej repliky, poliehajúci potenciálnej editácii, pričom stav editácie je permanentne uchovávaný v súbore. Súbor je zdrojom dát pri generovaní rozdielového delta súboru.
- „Mobilná mapová cache“. Adresár, v ktorom sú uložené priestorové dáta v proprietárnom formáte. Ich obsah je výsledkom komunikácie systému s mobilnou mapovou službou. Manipulácia s dátami mobilnej mapovej cache je možná len

prostredníctvom definícií a metód integrovaného mobilného SDK do vývojového prostredia.

- „Nastavenia“. V tomto adresári sú uložené globálne nastavenia systému vrátane pomocných nastavení, ktoré tvoria vlastnosti systému reflektujúce na pokyny používateľa.

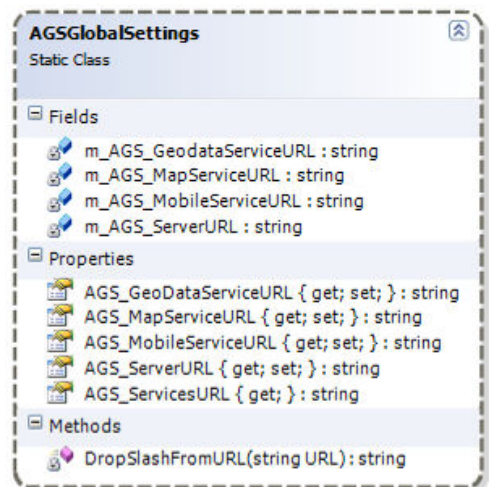
6.3.2.3 Návrh tried pre prácu s objektmi geodátovej repliky.

Navrhované triedy systému je možné rozdeliť do troch základných kategórií, podľa účelu, ktorému inštancie tried slúžia:

- Triedy pre uchovanie vlastností systému, sledovanie a podporu chodu systému, v čase jeho použitia.
- Triedy pre komunikáciu so službami ArcGIS Servera a spracovanie dátových tokov služieb.
- Triedy pre uchovanie dát a základnú manipuláciu s nimi v odpojenej replike.

Triedy pre uchovanie vlastností systému boli navrhnuté ako triedy statické, pre ktoré je v čase použitia okamžite vytvorená inštancia. Dôvodom bola potreba dostupnosti vlastností objektov vo všetkých potenciálne použitých komponentoch v navrhovanom systéme. Jedná sa teda o globálne nastavenia, ktoré boli rozdelené do dvoch kategórií.

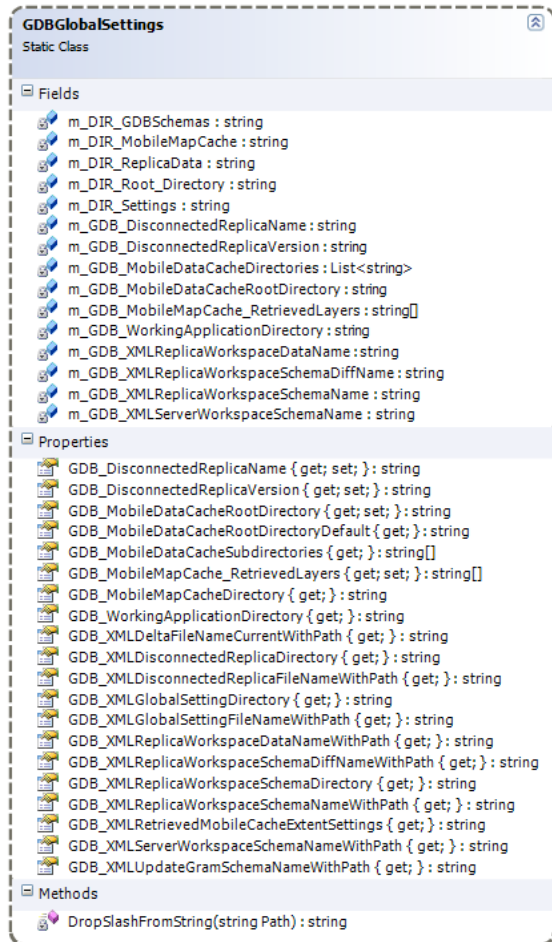
Prvá kategória, globálne nastavenia pre ArcGIS Server (Obrázok 19) je trieda, ktorej inštancia má vlastnosti, ktoré poskytujú hodnoty potrebné pre komunikáciu s ArcGIS Serverom. Jedná sa o reťazec URL adresy inštancie ArcGIS Servera, ďalej URL adresách aktuálne používanej katalógovej, mapovej, mobilnej mapovej a geodátovej služby.



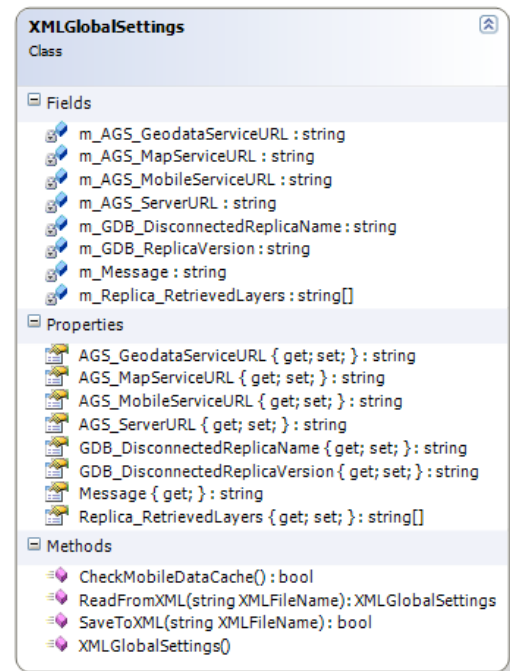
Obrázok 19. Globálne nastavenia pre ArcGIS Server.

Druhá kategória, globálne nastavenia pre geodátovú repliku (Obrázok 20) je trieda, ktorej inštancia má vlastnosti potrebné pre prácu s odpojenou mobilnou dátovou cache. V rámci inštancie triedy existujú vlastnosti o názve odpojenej repliky, jej verzii a

načítaných vrstvách mobilnej mapovej cache. Objekt má taktiež vlastnosti, ktoré sú schopné poskytnúť informácie o ceste k základnému adresáru odpojenej mobilnej dátovej cache, o jej adresárovej štruktúre, názvoch XML súborov, ktoré sú určené pre uchovanie dát podriadených svojmu účelu v rámci adresárovej štruktúry.



Obrázok 20. Statická trieda globálnych nastavení pre geodátovú repliku.

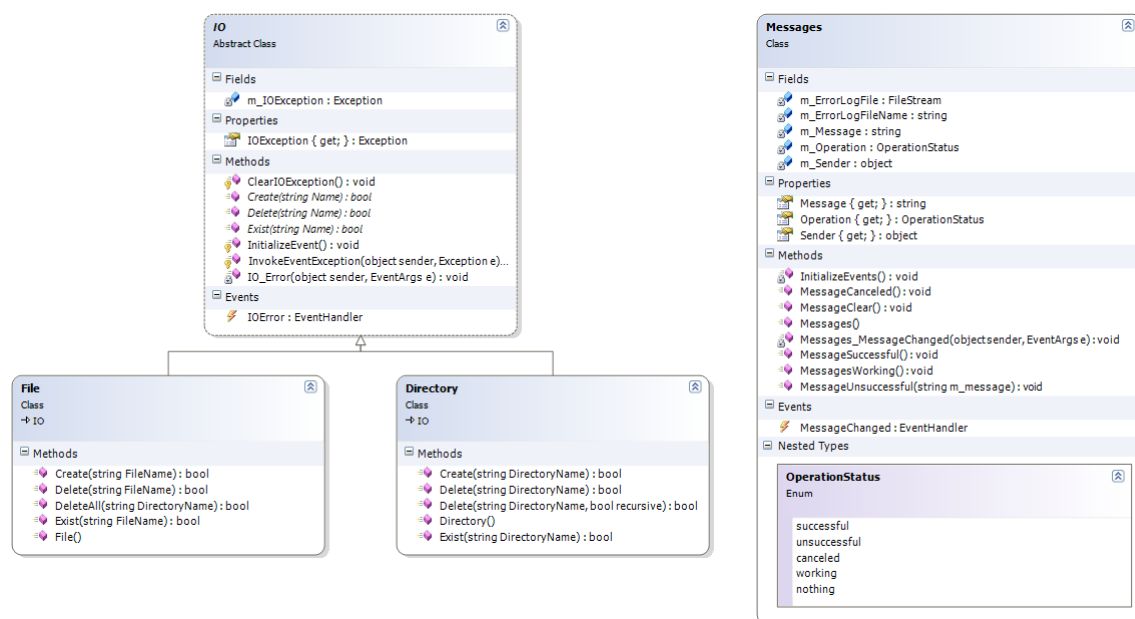


Obrázok 21. Trieda pre uloženie a načítanie nastavení v XML formáte.

Keďže požiadavkou v návrhu systému bolo uloženie vlastností systému a ich obnovenie, k statickým triedam bola navrhnutá samostatná trieda, prostredníctvom ktorej je možné globálne vlastnosti uložiť do XML súboru alebo spätne načítať do pamäťových inštancií tried. Za týmto účelom bola navrhnutá trieda XMLGlobalSettings (Obrázok 21), ktorá nie je automaticky inštanciovaná. Trieda má definované atribúty a metódy, pomocou ktorých je možné tieto požadované aktivity vykonať.

Pre sledovanie a podporu chodu systému, v čase jeho použitia, boli navrhnuté tri triedy (Obrázok 22). Prvé dve triedy, ktorých inštancie slúžia pre vstupno-výstupné

operácie na dátový nosič sú orientované na prácu so súbormi alebo adresármi. Tretia trieda s názvom „Messages“ bola navrhnutá ako základná trieda pre sledovanie chodu systému.



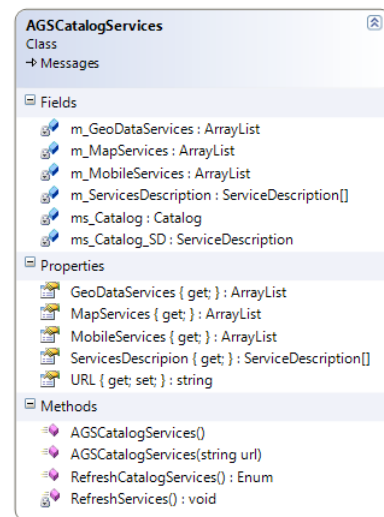
Obrázok 22. Triedy pre sledovanie a podporu chodu systému.

Jej úlohou je zaznamenávať stav systému po vykonaní udalostí v systéme. Stav systému je v podobe záznamového log súboru ukladaný na dátový nosič v dočasnom adresári užívateľa, ktorý systém v podobe procesu spustí.

Inštancia triedy nebola samostatne aplikovaná. Vlastnosti a metódy triedy sú dedením prenášané do dcérskych tried, ktorých inštancie umožnia sledovať aktuálny stav spusteného procesu, pričom systém je schopný reagovať na tieto stavy podmieneným riadením jeho chodu.

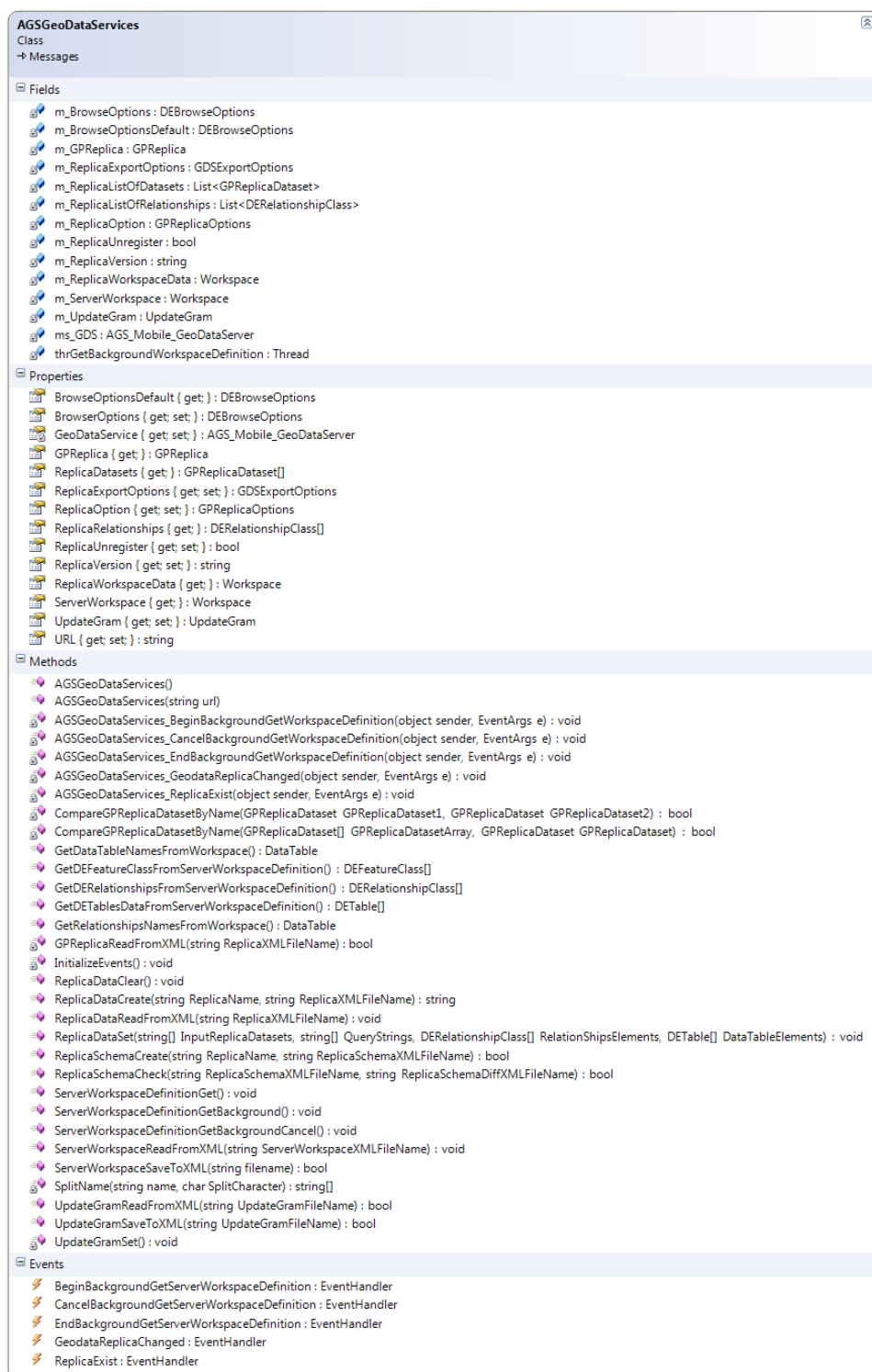
Triedy pre komunikáciu so službami ArcGIS Servera a spracovanie dátových tokov služieb, ktoré patria do druhej kategórie navrhovaných tried, je možné rozdeliť nasledovne:

- Trieda pre komunikáciu s katalógovou službou (Obrázok 23). Úlohou objektu inštanciovanej triedy je na zvolenom URL načítať všetky dostupné služby, ktoré sú publikované prostredníctvom ArcGIS Servera. Interným mechanizmom triedy sú služby separované podľa účelu a prostredníctvom



Obrázok 23. Trieda pre komunikáciu s katalógovou službou.

vlastností objektu je inštancia schopná vrátiť zoznam publikovaných služieb v podobe poľa.

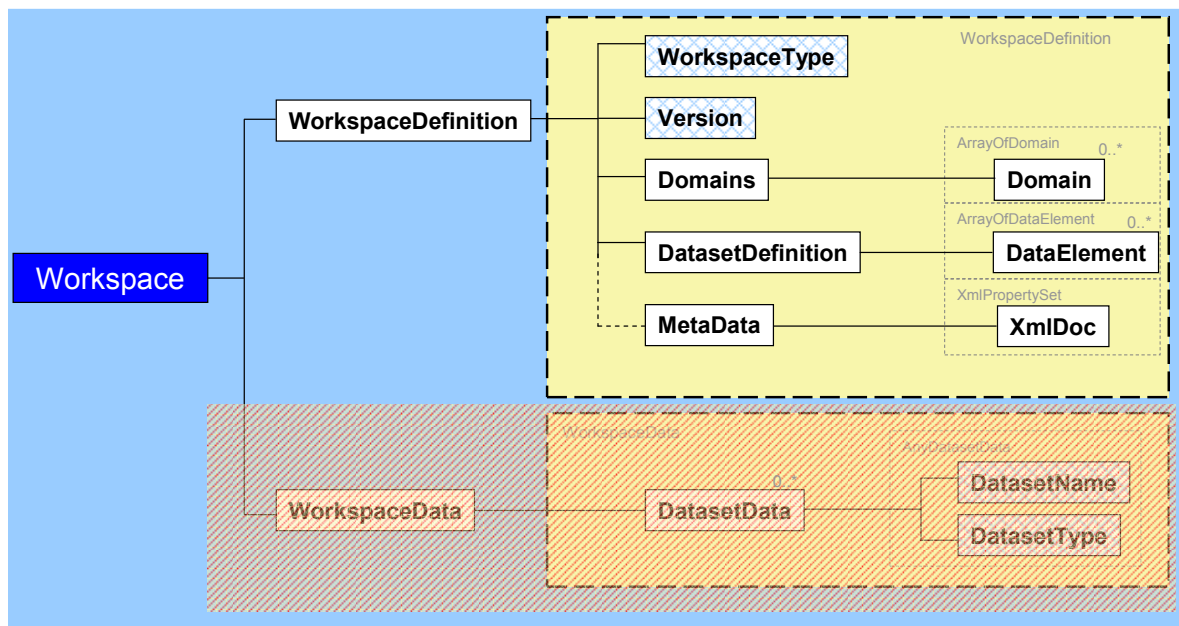


Obrázok 24. Trieda geodátovej služby

- Trieda pre komunikáciu s mobilnou mapovou službou. Táto trieda je súčasťou integrovaného SDK do vývojového prostredia a nebolo potrebné ju viac

rozpracovávať. Firma ESRI poskytla komplexné riešenie, ktoré je ňou implementované pre potreby tvorby vlastného softvérového riešenia s využitím mobilných mapových služieb.

- Trieda pre komunikáciu s geodátovou službou (Obrázok 24). Inštancia triedy je okrem vlastnej komunikácie zodpovedná za načítanie geodatabázovej schémy (Obrázok 25), vytvorenie a registrovanie dátovej repliky alebo načítanie schémy pre generovanie rozdielového delta súboru (Obrázok 26). Základné metódy a definície sú použité z definícií získaných prostredníctvom WSDL geodátovej služby (kapitola 6.3.2.1). Doplnené navrhnuté metódy umožňujú získať samostatné objekty elementov podľa definícií ESRI, pričom pre hlavné elementy existujú metódy, prostredníctvom ktorých je ich obsah možné uložiť do XML súborov alebo spätne načítať do objektu v operačnej pamäti. Jednotlivé atribúty a metódy sú popísané priamo v zdrojovom kóde tak, aby ich potenciálny používateľ mohol implementovať vo vlastnom programovom riešení, ktoré je súčasťou diplomovej práce ako príloha na CD.



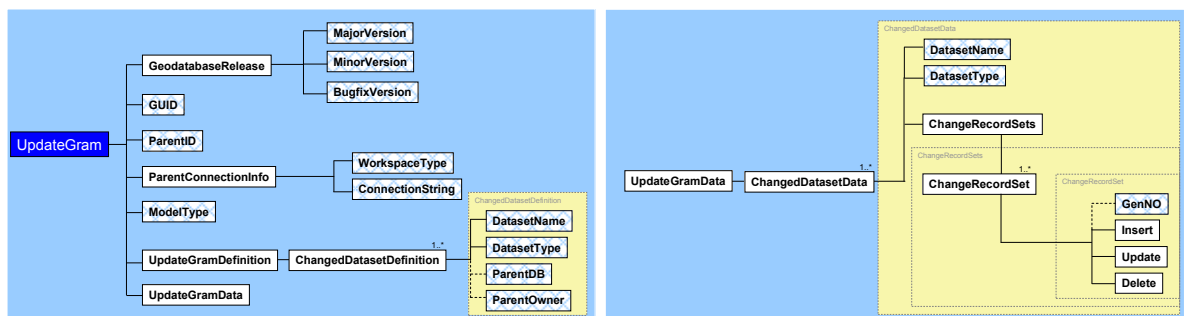
Obrázok 25. Schéma elementu pracovného priestoru ako vlastnosť triedy pre komunikáciu s geodátovou službou [20].

Za zmienku stojí detailnejšie opísať schému elementu pracovného priestoru dokumentovanú na obrázku vyššie. Táto schéma je predpis, ktorého definície boli načítané prostredníctvom WSDL. Element, ako vlastnosť triedy je po vytvorení jej inštancie vlastnosťou objektu, do ktorého je možné prostredníctvom vhodnej metódy načítať

komplexnú schému geodatabázy. Tento fakt robí riešenie nezávislým na schéme ArcSDE geodatabázy. V prípade riešenej problematiky je potrebné hovoriť o takomto type geodatabázy napriek skutočnosti, že týmto spôsobom je možné načítať schému aj iného dátového úložiska (napr. súborovej alebo personálnej geodatabázy). Dôvody sú popísané v kapitole 6.2.2. Vlastný element pracovného priestoru sa skladá z dvoch častí, elementov:

- Element *WorkspaceDefinition*, ktorého vlastnosti nesú informácie o tom, či replikovaná databáza je typu ArcSDE alebo iného typu. Ďalej podľa ESRI [20] tento element môže mať vlastnosti definícií o poliach domén a poliach dátových elementov ako schéme objektov, pričom obidva elementy sú abstraktného typu. Inštancie elementu domény môžu mať charakter rozsahovej domény (min., max. hodnoty) alebo domény kódovej (zoznam povolených hodnôt). Inštancie dátového elementu popisujú schému (dátový model) jednotlivých geodatabázových konštrukcií, napr. objektov tabuliek.
- Element *WorkspaceData* obsahuje žiadny alebo vopred nedefinovaný počet detských elementov *DatasetData*, abstraktného typu *AnyDatasetData*. Jeho inštancie môžu mať vlastnosti hodnôt objektov geodatabázy. Pre zámer načítania schémy geodatabázy je tento element prázdny a nepoužitý (Obrázok 25, vyšrafovaná oblasť).

Druhou schémou, ktorú je potrebné detailnejšie popísať, je schéma predpisu pre návrat aktualizovaných dát dokumentovanú na nasledujúcom obrázku.



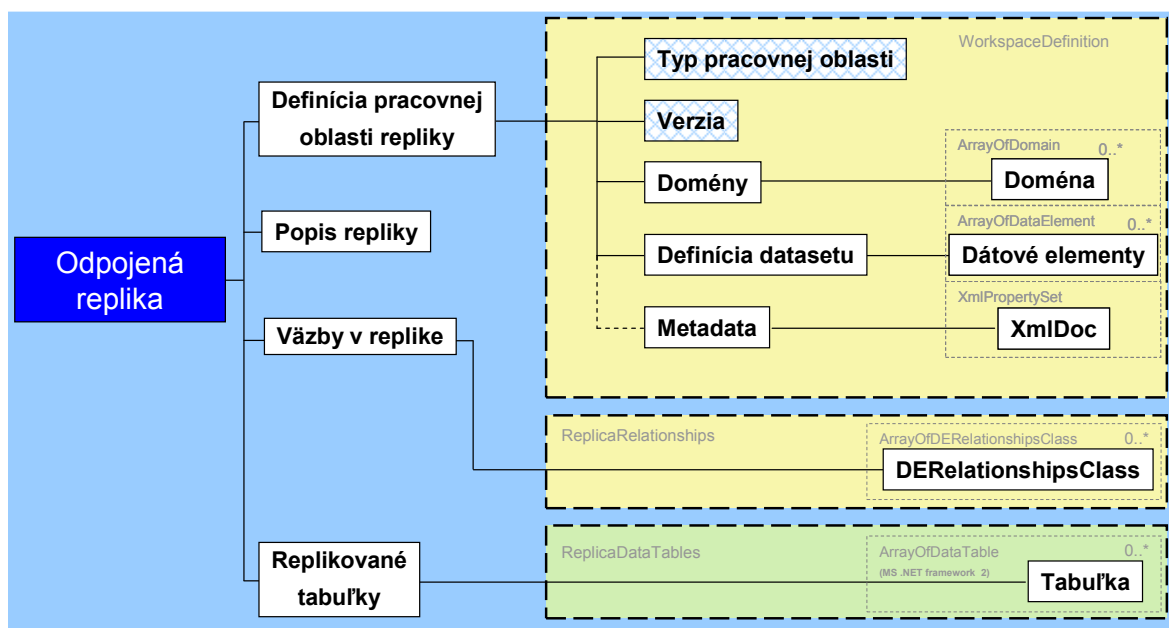
Obrázok 26. Schéma predpisu súboru pre návrat aktualizovaných dát [20].

Táto trieda slúži ako predpis obsahujúci všetky identifikačné parametre o vytvorenej replike. Podobne, ako v predchádzajúcom prípade, inštancia elementu je uložená v XML formáte do súboru umiestneného vo vhodnom podadresári mobilnej dátovej cache tak, aby objekt bolo možné ľahko načítať späť do operačnej pamäte v prípade potreby získania jeho vlastností. Bez týchto jedinečných vlastností nie je možné editované dáta vrátiť späť do pôvodného zdroja.

Pôvodným zámerom bolo cielené využitie tohto predpisu ako zdroja, pre generovanie rozdielového delta súboru. Vlastnosti objektu vytvoreného na základe tohto predpisu mali byť upravené tak, aby zodpovedali skutočnosti, ktorá vznikla na základe editácie dát. Vlastný objekt mal byť procesom serializácie prevedený do XML dokumentu v podobe rozdielového delta súboru, slúžiaceho pre návrat editovaných dát do dátového zdroja. Žiaľ serializáciou objektu nie je vytvorený formát, ktorý by spĺňal požiadavky procesu importu zmien. Rozdielový delta súbor je teda generovaný programovo, pričom vlastnosti tohto objektu sú využité ako zdroj jedinečných informácií o vytvorenej replike.

Poslednou kategóriou sú triedy pre uchovanie dát a základnú manipuláciu s nimi v odpojenej replike. Tieto triedy sú z hľadiska riešenej problematiky dôležité z dôvodu ich uplatnenia. Prvým uplatnením je systém, v ktorom budú geodáta replikované a druhým, systém, v ktorom budú editované. Navrhované triedy je možné rozdeliť podľa účelu na:

- Triedu odpojenej repliky.
- Triedu pre manipuláciu s objektmi odpojenej repliky.
- Triedu pre návrat editovaných dát.



Obrázok 27. Schéma triedy odpojenej repliky.

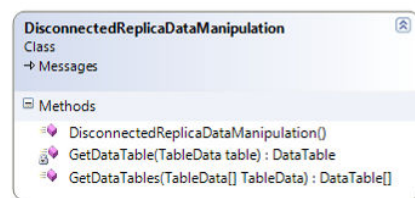
V prípade editácie priestorových prvkov je mechanizmus zaznamenávania zmien vyriešený priamo v inštanciách tried, ktoré s vrstvami pracujú. Rozdielna situácia je však pri atribútových dátach, ktoré sú vo väzbe s priestorovými prvkami. Pri vytvorení repliky prostredníctvom geodátovej služby, replikované geodáta uložené v inštanciách elementov

podľa definovaného predpisu nemajú v sebe zabudovaný mechanizmus alebo operácie, ktoré umožňujú zaznamenávať vykonané zmeny. Problém sledovania zmien by musel byť riešený doplnkovou funkcionalitou v triede a to tak, aby umožňoval trvalo uchovať každú zmenu vloženia nového záznamu, modifikácie hodnôt záznamu, či jeho vymazania.

Na základe tohto poznania bola navrhnutá samostatná trieda odpojenej repliky, ktorej inštancia má všetky vlastnosti potrebné pre editáciu dát, vrátane uchovania stavov editovaných entít (Obrázok 27). Vlastnosti navrhutej triedy a ich účel je nasledovný:

- Definícia pracovnej oblasti. V tomto elemente je možné uchovať všetky informácie týkajúce sa schémy geodatabázy, ktoré boli načítané pred vlastným vytvorením repliky. Súčasťou elementu sú domény, ktoré je možné použiť ako integritné obmedzenia pri editácii entít objektov tabuliek.
- Popis repliky. Element, ktorého vlastnosti detailne popisujú vytvorenú geodátovú repliku.
- Väzby v replike. Element definovaných väzieb, na základe ktorých boli objekty tabuliek replikované. Definované väzby vytvorené na základe predpisu ESRI získaného prostredníctvom WSDL majú vlastnosti, z ktorých je možné určiť primárny kľúč, cudzí kľúč, kardinalitu typu, smer väzby a ďalšie vlastnosti, na základe ktorých je možné jednoznačne určiť objekty a ich vlastnosti zúčastnené vo väzbe.
- Replikované objekty tabuliek, ktorých mechanizmus pre uchovanie stavov entít v objekte zabezpečuje element triedy DataTable. Predpis elementu je definovaný v balíku MS .NET Framework 2. Inštancie tejto triedy sú schopné v rámci svojich vlastností uchovávať dáta, umožniť ich editáciu a zároveň implementovaným mechanizmom evidovať akúkoľvek zmenu v poliach riadka pamäťovej tabuľky.

Ako bolo vyššie spomenuté, objekty replikovaných tabuliek sú inštanciovane na základe predpisu triedy DataTable. Pri vytvorení repliky sú však tieto vrátené geodátovou službou ako objekty inštanciovane na základe predpisu definície ESRI triedy DETableData, ktorá má definované vlastné dátové typy. Z tohto dôvodu musí existovať operácia, ktorá zmenu dátových typov zabezpečí tak, aby nedošlo pri konverzii k strate vlastných dát. Za týmto účelom bola



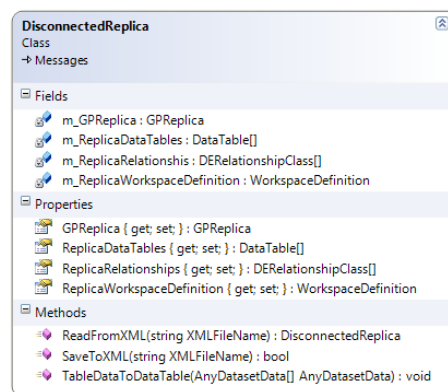
Obrázok 28. Trieda pre zmenu formátu dát odpojenej repliky.

navrhnutá samostatná trieda (Obrázok 28), ktorej operácie transformujú objekty tabuliek podľa požadovaného predpisu, do ktorých uložia konvertované dáta so zodpovedajúcim dátovým typom. Tieto sú uložené v inštancii triedy odpojenej repliky. Prečo nie sú tieto metódy definované v rámci vlastnej triedy odpojenej repliky? Dôvodom je fakt, že navrhnutá trieda odpojenej repliky bude uplatnená aj v systéme pre editáciu entít objektov. Spomínané metódy sú využité len pri tvorbe repliky.

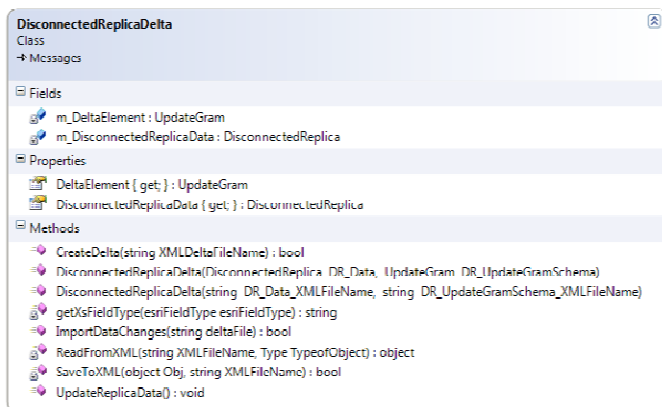
Rozhodnutie, prečo použiť práve takto navrhnutú triedu odpojenej repliky, ovplyvnila skutočnosť, že definovanou operáciou v rámci triedy je možné pamäťový objekt komplexne, spôsobom serializácie, uložiť do XML súboru. Uložený súbor je možné opätovne deserializovať do pamäťového objektu a to bez straty informácie, ktorá indikuje vykonané zmeny a stavy o editácii objektov tabuliek. Využitie tejto vlastnosti umožňuje dáta priebežne ukladať alebo archivovať na média, ktoré nie sú závislé na permanentnom napájaní elektrickou energiou a ktorej prerušenie by mohlo spôsobiť stratu dát uložených v pamäti zariadenia, na ktorom prebieha editácia.

Poslednou triedou v návrhu je trieda pre spracovanie rozdielového delta súboru a jeho odoslanie prostredníctvom geodátovej služby do pôvodného zdroja (Obrázok 30). Konštruktor triedy požaduje parametre zdrojových dát odpojenej repliky v podobe XML súboru alebo objektu, ktoré boli

editované a predpis obsahujúci všetky jedinečné identifikačné parametre o vytvorenej replike. Na základe parametrov konštruktora je programovo vytvorený rozdielový delta súbor, ktorý je možné pomocou navrhutej metódy pre tento účel, odoslať prostredníctvom geodátovej služby do pôvodného zdroja.



Obrázok 29. Trieda odpojenej repliky.



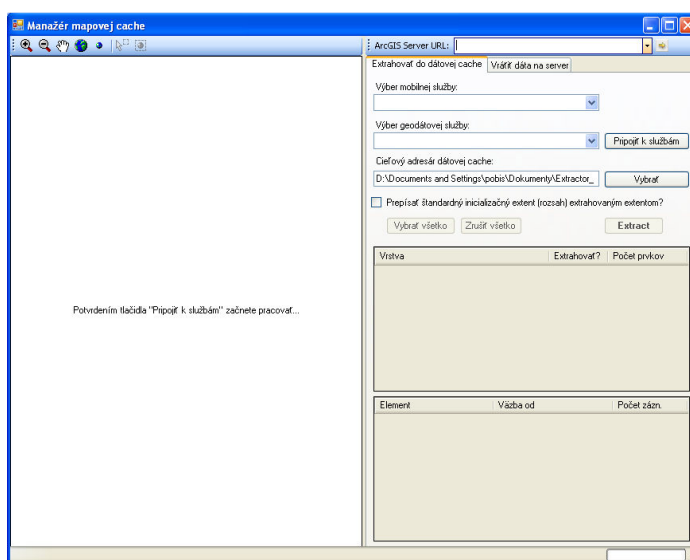
Obrázok 30. Trieda pre návrat editovaných dát.

Navrhnuté triedy boli realizované vo vývojom prostredí MS Visual Studio 2008. Výsledkom kompilácie samostatného projektu, ktorý bol vytvorený pre triedy, sú dynamické knižnice, ktoré je možné linkovaním v podobe referencií pripojiť k ľubovoľnému ďalšiemu projektu. Kompilácia je vykonaná pre cieľové platformy dané v úlohách zadania diplomovej práce.

6.3.2.4 Návrh GUI systému

Grafické užívateľské rozhranie je rozhraním, ktoré používateľ systému vníma veľmi citlivo, pretože sa jedná o komunikačné prvky, pomocou ktorých používateľ systém ovláda a prostredníctvom ktorých ho systém informuje o svojom stave či aktivite, ktorú vykonáva. Vzhľadom na skutočnosť, že navrhovaný systém budú ovládať používatelia, ktorí nemusia byť špecialisti IT alebo GIS, bola návrhu GUI venovaná náležitá pozornosť.

Pôvodným zámerom bolo navrhnúť komunikačné rozhranie ako jednooknovú aplikáciu, v ktorej budú dostupné všetky ovládacie prvky systému manažéra mobilnej dátovej cache. Za základ bol prijatý projekt zo skupiny príkladov, ktoré sú dostupné po inštalácii ArcGIS Servera a sú dostupné ako názorný návod pre prácu



Obrázok 31. Pôvodný návrh GUI MDCM.

v mobilnom SDK. Komunikačné rozhranie bolo preložené z anglického jazyka do jazyka slovenského a taktiež bola čiastočne doplnená požadovaná funkcionálnosť.

V priebehu testovania vybraných funkcionalít v navrhnutom GUI došlo firmou ESRI k aktualizácii ArcGIS Servera z verzie 9.2 na verziu 9.3. Nainštalovaním novej verzie ArcGIS Servera a integrovaním nového mobilného SDK do vývojového prostredia sa neúplné ale zato pôvodne funkčné rozpracované riešenie MDCM stalo úplne nefunkčným. Ostatná kompilácia nebola schopná pripojiť sa na služby ArcGIS Servera vyššej verzie a novú kompiláciu nebolo možné urobiť, lebo integrované mobilné SDK bolo od základu modifikované. Jeho funkcionálnosť bola rozšírená, ale významné pôvodné triedy, deklarácie

a metódy neostali zachované. Programový kód, ktorý bol zameraný na prácu s mobilnou mapovou cache bol v podstate nepoužiteľný.

Pre pokračovanie k úspešnému ukončeniu riešenej problematiky, s jasne definovaným cieľom, bolo potrebné zaujať stanovisko k trom možným alternatívam, pričom výberom jednej z nich by bol nepriaznivý stav eliminovaný tak, aby bolo možné programové riešenie ďalej rozvíjať.

- Prvou alternatívou bol návrat k pôvodnej verzii ArcGIS Servera, kde rozpracované riešenie bolo funkčné a pokračovať v programovaní nových algoritmov.
- Druhou alternatívou bolo preprogramovanie existujúceho kódu tak, aby aplikácia bola funkčná s novo integrovaným mobilným SDK.
- Treťou, poslednou alternatívou bolo navrhnúť nové riešenie, ktoré by potenciálnym obdobným problémom predchádzalo.

Prvá alternatíva by bola najjednoduchším riešením, ktoré však skrývalo veľké riziko ďalšieho rozvoja. Jej prijatím by navrhovaný systém ostal závislý na verzii ArcGIS Servera, čo je pre očakávané využitie programovej aplikácie neprípustné. Z tohto dôvodu sa alternatíva stala neprijateľná.

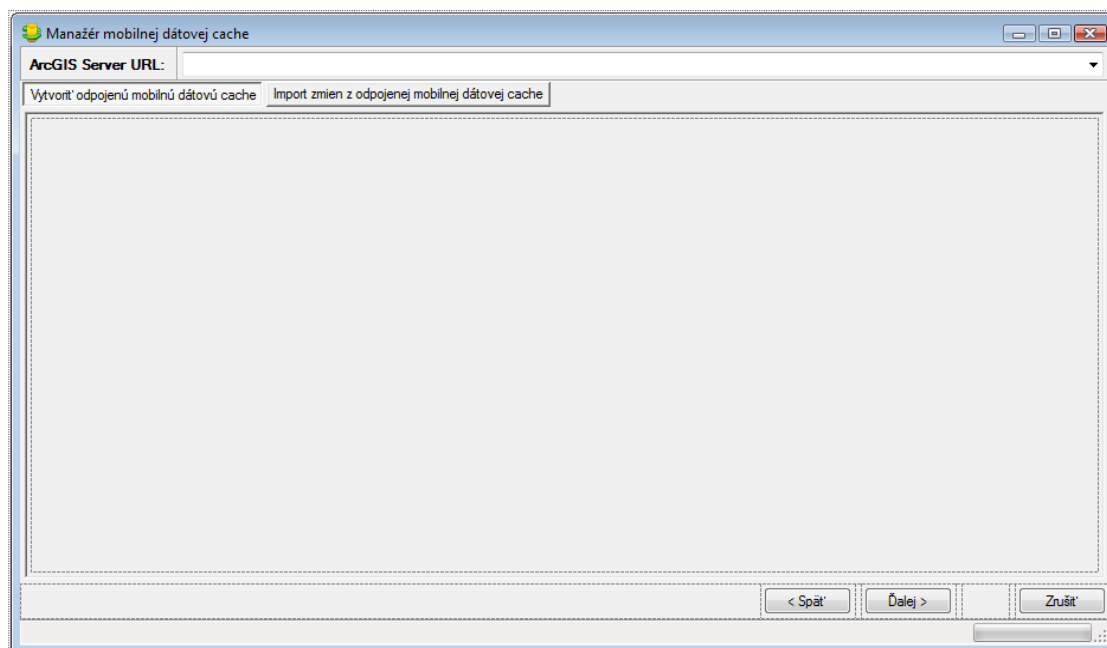
Druhá alternatíva bola prijateľná, vyžadovala však náročný zásah do prevzatého programového kódu. Vzhľadom na skutočnosť, že podobná situácia, ktorá vznikla aktualizáciou verzie ArcGIS Servera, nie je vylúčená aj do budúcnosti, táto alternatíva bola taktiež zamietnutá.

Posledná, tretia alternatíva, ktorej prijatie by bolo z hľadiska využitia napísaného programovaného kódu najprácejšie, otvára možnosti napísať nový zdrojový projekt s programovým kódom tak, aby v prípade výrazných zmien v externe pripájaných knižniciach, boli robené nutné zmenové zásahy len v komponentoch, ktoré tieto knižnice používajú.

Konečné stanovisko spracovateľa diplomovej práce bolo prijatie poslednej, tretej alternatívy, ktoré ovplyvnilo aj ďalší návrh stavby systému vrátane jeho GUI. Stavba systému bola založená na samostatných komponentoch, ktoré vykonávali predurčené činnosti. Každý komponent mal vlastné GUI, v rámci ktorého boli vytvorené triedy s metódami, ktorých inštancie riadili chod systému pre vybranú aktivitu zastrešenú komponentom. Takouto diverzifikáciou systému je pri nutných zmenách potrebné upraviť

len požadovanú komponentu a systém opätovne skompilovať a vygenerovať spustiteľný kód.

Východiskové GUI bolo navrhnuté v podobe sprievodcu, prostredníctvom ktorého sú zo strany používateľa intuitívne zadávané kroky manažovania repliky odpojenej mobilnej dátovej cache (Obrázok 32).



Obrázok 32. Východiskové GUI v podobe sprievodcu MDCM.

V prípade spustenia systému používateľom, sa východiskové GUI zobrazuje ako prvé, pričom aktivnosť ovládacích prvkov je závislá na okamžitom stave systému.

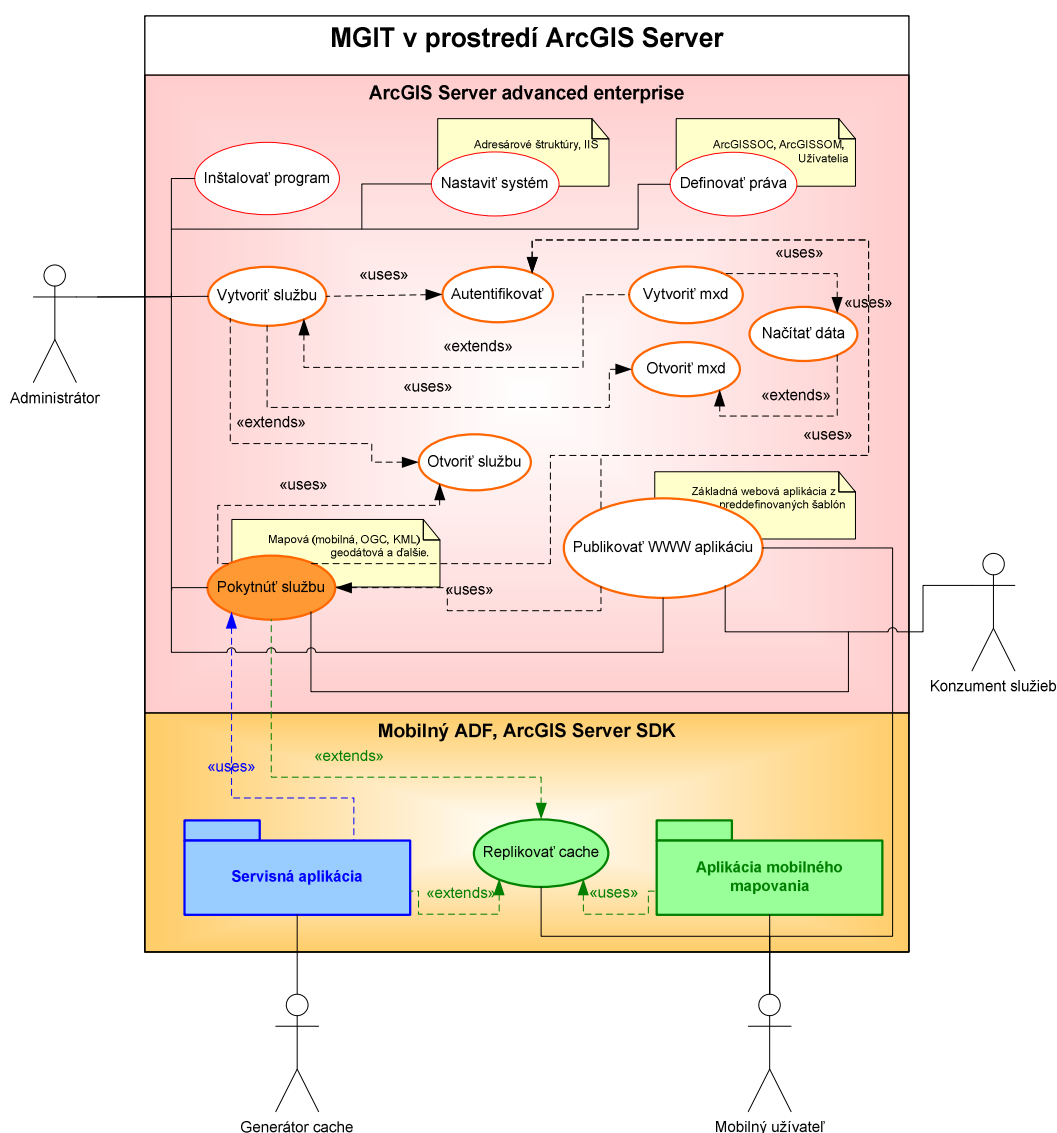
Komponenty a ich GUI (Príloha C), navrhnuté pre jednotlivé kroky sprievodcom sú integrované do východiskového GUI, pričom stav a predávanie riadenia jednotlivých procesov systému sú spravované na základe udalostí, ktoré sú v ňom aktivované a sledované príslušnými metódami.

Na základe funkčných požiadaviek vyjadrených v diagrame prípadov použitia (Obrázok 16), boli vypracované diagramy aktivít systému (Príloha B), ktoré dokumentujú jeho modelové správanie sa vrátane interakcií a vzájomnej komunikácie so službami technológie ArcGIS Server.

Takto navrhnutý systém bol spracovaný do algoritmov, ktoré boli formalizovaným spôsobom zapísané v programovacom jazyku C# vývojového prostredia MS Visual Studio 2008.

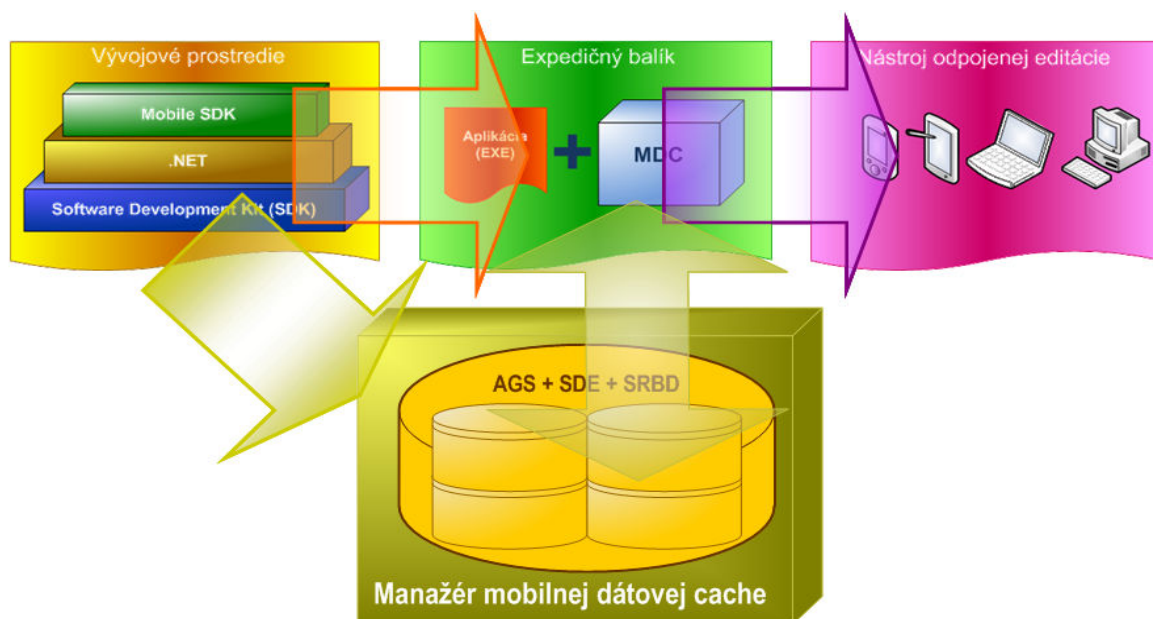
7 Výsledky práce

Manažér mobilnej dátovej cache je výsledná používateľská aplikácia pre správu mobilnej dátovej cache, ktorej návrh bol predstavený v kapitole 6.3.2.2. Faktom ostáva, že sa jedná o parciálne riešenie z komplexného systému MGIT v prostredí ArcGIS Server, ktorého ďalšou časťou bude návrh a spracovanie systému pre editáciu replikovanej dátovej cache, kde za základ budú prijaté definície tried realizované počas riešenia diplomovej práce.



Obrázok 33. Postavenie MDCM v komplexnom systéme MGIT pre ArcGIS Server.

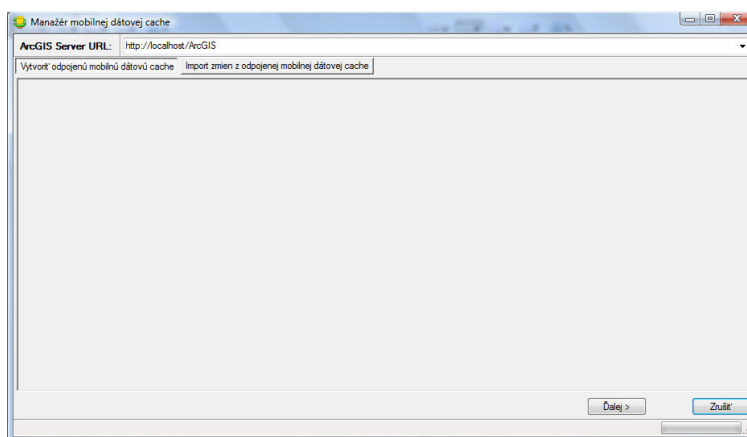
Obrázok 33 názorne dokumentuje postavenie servisnej aplikácie v podobe MDCM začleneného do komplexného systému, kde zastupuje miesto „sprostredkovateľa dát“ (Obrázok 34) medzi centralizovaným zdrojom a systémom pre ich editáciu.



Obrázok 34. MDCM ako sprostredkovateľ dát.

Vytvorená aplikácia poskytuje používateľovi komunikačné rozhranie, prostredníctvom ktorého používateľ riadi jej stavy a procesy. V podobe sprievodcu s ním komunikuje nasledovným spôsobom.

Po spustení aplikácie (Obrázok 35) používateľ zadáva URL, ktoré monitoruje inštancia ArcGIS Servera. Tento parameter je možné zvoliť zo zoznamu adries, na ktoré sa systém v minulosti úspešne pripojil. Zoznam je aktualizovaný



Obrázok 35. Úvodná obrazovka systému MDCM.

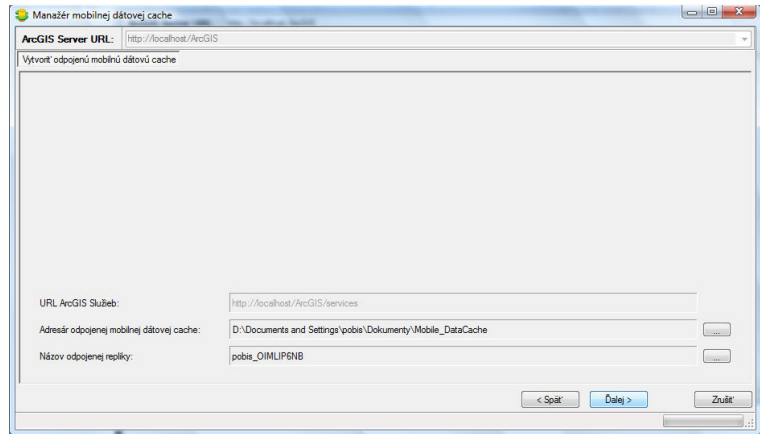
priebežne, pridávaním nových adries, ktoré sa ukladajú do konfiguračného súboru a po spustení systému sú automaticky z neho načítané. Používateľ má možnosť sa rozhodnúť, ktorý z dvoch ponúkaných základných procesov požaduje realizovať (tvorbu mobilnej dátovej cache, alebo import zmien, ktoré v nej boli vykonané). Po aktivovaní požadovaného listu volí používateľ ďalší krok.

Systém umožňuje procesy MDCM kedykoľvek a pri ktoromkoľvek kroku ukončiť výberom tlačidla „Zrušiť“.

7.1 Proces vytvorenia odpojenej repliky dát

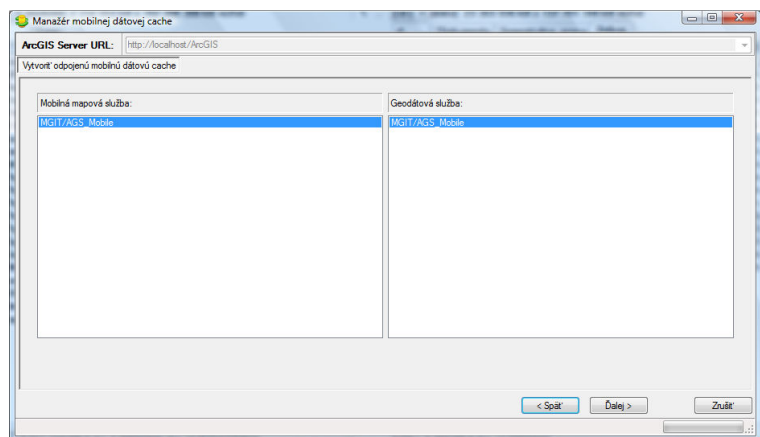
Jedná sa o proces (respektíve množinu procesov), kedy je mobilná dátová cache na základe užívateľského riadenia vytváraná.

V prvom kroku môže používateľ nastaviť systém (Obrázok 36), ktorý mu ponúka preddefinované hodnoty vygenerované na základe mena prihláseného sa používateľa do operačného systému počítača. Nastavenie systému spočíva v definovaní základného (root) adresára, v ktorom bude vytvorená mobilná dátová cache a v prípadnej zmene názvu odpojenej repliky, pod ktorým bude vytvorená replika registrovaná v geodatabáze.



Obrázok 36. Nastavenie systému MDCM.

Potvrdením ďalšieho kroku sú načítané všetky dostupné služby publikované inštanciou ArcGIS Server (Obrázok 37). Tieto sú roztriedené podľa účelu a ponúknuté používateľovi v podobe výberových zoznamov. Používateľ si vyberá

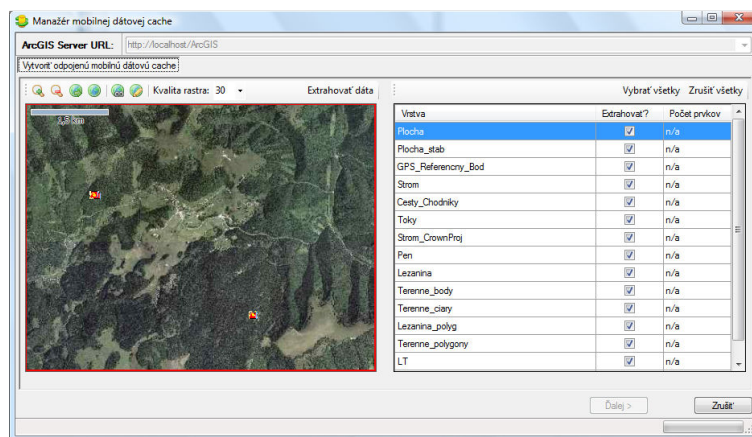


Obrázok 37. Výber dostupných služieb.

požadovanú mobilnú mapovú službu a k nej príslušnú geodátovú službu. Pokiaľ používateľ nevyberie zo zoznamu mobilnú mapovú službu alebo ak táto nie je dostupná, systém neumožní ďalej pokračovať v procese tvorby mobilnej dátovej cache. Ak však nie je dostupná geodátová služba alebo ak nebola žiadna z ponúknutého zoznamu zvolená, systém umožní pokračovať v procese tvorby, nebude však vytvárať repliku objektov definovaných vo väzbe s triedami prvkov.

Voľbou mobilnej mapovej služby, prípadne k nej prislúchajúcej geodátovej služby používateľ pokračuje v procese tvorby odpojenej repliky dát. Systém sa na základe kombinácie názvov z vykonaných volieb pripojí najprv k URL mobilnej mapovej služby a načíta dostupné priestorové dáta v rozsahu publikovanom inštanciou služby. Tieto zobrazí v dialógovom okne (Obrázok 38) a čaká na ďalšie pokyny. Používateľ má možnosť interaktívne pracovať obrazovou časťou pomocou nástrojov pre jej ovládanie, môže meniť aktuálnu mierku a pozíciu zobrazovanej mapy.

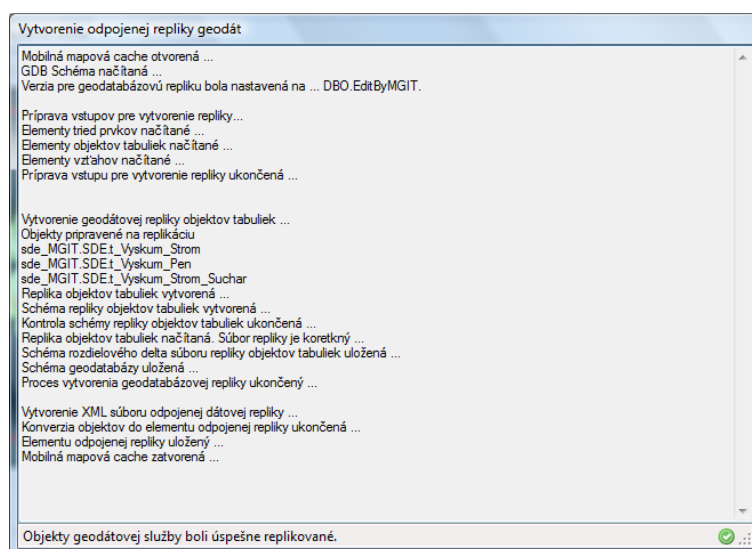
Nástrojmi pre výber požadovaného rozsahu (červený box), pre ktorý bude vytvorená odpojená replika, používateľ ovplyvňuje výber prvkov v ich triedach a im zodpovedajúce množstvo dát, ktoré sú v predmete jeho záujmu a budú extrahované



Obrázok 38. Tvorba mobilnej mapovej cache.

do mobilnej dátovej cache. Systém používateľovi ponúka možnosť výberu tried prvkov v podobe zaškrtnúvacej voľby, ktorou používateľ označí tie triedy prvkov, ktoré budú replikované.

Zmenou výberu položky „Kvalita rastra“ vie používateľ ovplyvniť kvalitu extrahovaných rastrových podkladov. Čím je hodnota vyššia, tým je vyššia aj kvalita extrahovaného rastra. Kvalita rastra je však priamo úmerná množstvu prenosených dát a tým aj veľkosti v objeme dát výslednej

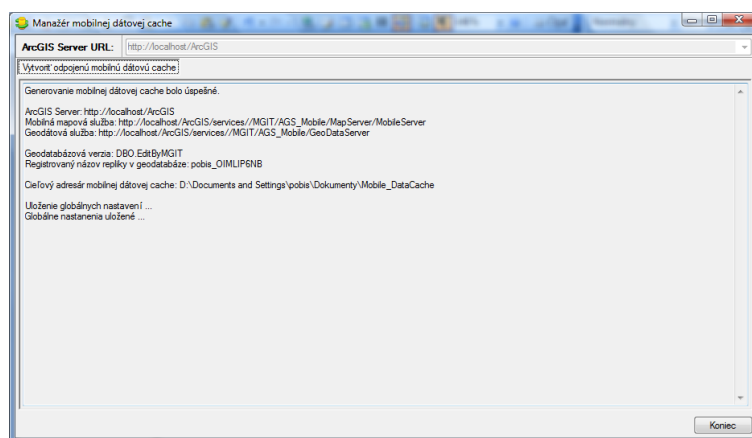


Obrázok 39. Informačné okno tvorby odpojenej repliky geodát.

mobilnej dátovej cache. Po vykonaných výberoch sa voľbou „Extrahovať dáta“ spustí samotný proces tvorby repliky mobilnej mapovej cache, ktorá sa ukladá v zodpovedajúcom

adresári mobilnej dátovej cache. Počas aktivity systému je používateľ informovaný o aktuálne spracovávanej požiadavke. Po ukončení procesu, ak bola v predchádzajúcom kroku vybratá geodátová služba, je používateľ systémom vyzvaný voliteľne spustiť nový proces vytvorenia repliky objektov tabuliek vo väzbe s replikovanými triedami prvkov. Po schválení spustenia procesu tento preberá aktivitu a informuje používateľa v samostatnom okne o stave či aktuálnej aktivite, ktorou proces prechádza (Obrázok 39). Úlohou systému je načítať prostredníctvom geodátovej služby schému geodatabázy, verziu, ktorá bude rodičovskou verziou geodatabázy pre replikované objekty. Identifikáciou tried prvkov, ktoré boli uložené v predchádzajúcom kroku a na základe objektov definícií väzieb sú vybrané zodpovedajúce objekty tabuliek. Dynamickým generovaním v procese sú definované vlastnosti objektu repliky vrátane SQL dopytov, ktoré sú zodpovedné za selekciu záznamov v tabuľkových objektoch. Po ukončení nastavenia vlastností objektu repliky je spustený samotný proces jej vytvorenia v podobe odoslania požiadavky službe ArcGIS Servera. Služba požiadavku spracuje a vráti zodpovedajúci dátový tok, ktorý je serializovaný do XML formátu a uložený do zodpovedajúceho miesta odpojenej dátovej cache. Vytvorená replika je algoritmom transformácie prevedená do objektu odpojenej repliky, ktorý je konečnou serializáciou uložený ako výsledný XML súbor do predurčeného adresára. Týmto krokom proces tvorby odpojenej repliky geodát končí a riadenie je opäť odovzdané rozhraniu pre komunikáciu s používateľom.

Posledný krok tvorby odpojenej repliky geodát spočíva v informovaní používateľa systémom, aké služby ArcGIS Servera boli použité, ktorá verzia geodatabázy je rodičovskou verziou vytvorenej repliky, pod akým názvom bola replika



Obrázok 40. Ukončenie procesu tvorby mobilnej dátovej cache.

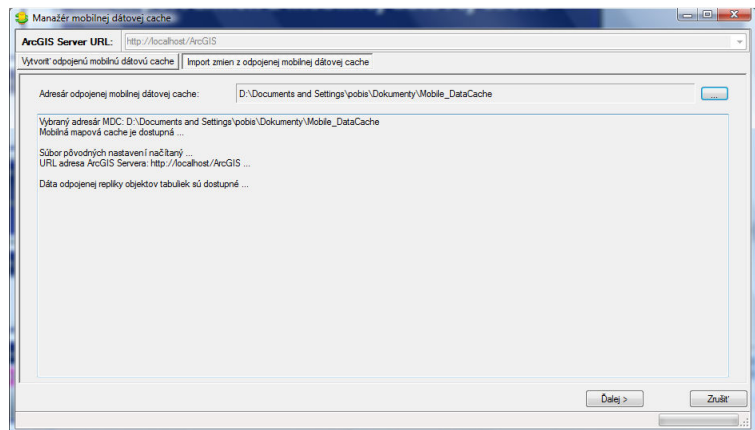
v geodatabáze registrovaná a kde bola vytvorená mobilná dátová cache uložená (Obrázok 40). Konečným krokom aktivity systému je uloženie nastavení a aktivovanie tlačidla, pre ukončenie aplikácie.

7.2 Proces návratu zmien z odpojenej repliky dát

Podobne, ako v predchádzajúcom prípade (kapitola 7.1) aj pri návrate vykonaných zmien v mobilnej dátovej cache sa jedná o množinu procesov riadiacich návrat editovaných entít do dátového zdroja.

V prvom kroku procesu si používateľ interaktívnym spôsobom vyberá adresár s mobilnou dátovou cache, ktorá bola editovaná. Vybratý adresár je podriadený kontrole na správnosť adresárovej štruktúry a prítomnosť súborov definovaných schémou mobilnej dátovej cache (Obrázok 18).

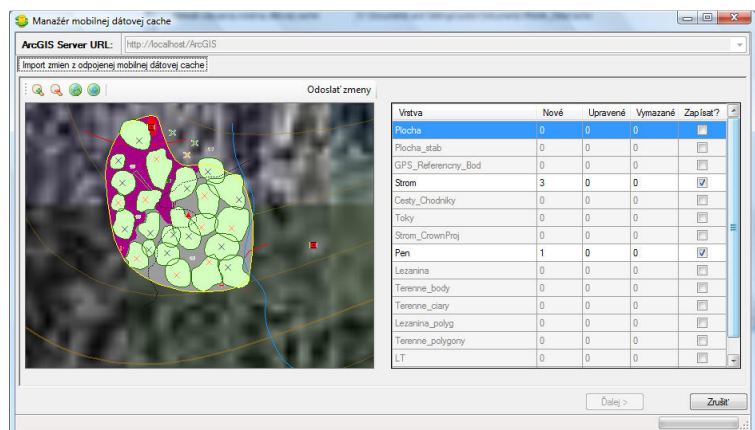
Po úspešnom vykonaní kontroly, ak stav odpojenej mobilnej dátovej cache nie je porušený, je načítaný súbor nastavení, ktoré boli uložené v procese tvorby mobilnej dátovej cache (Obrázok 41). Ak je aktuálne URL inštancie ArcGIS Servera rozdielne od



Obrázok 41. Otvorenie mobilnej dátovej cache a jej kontrola.

URL, ktoré je uložené v súbore nastavení, používateľ je systémom na túto skutočnosť upozornený, s možnosťou automatickej zmeny aktuálneho URL podľa záznamu v súbore nastavení.

Voľbou ďalšieho kroku sprievodcom MDCM, je z mobilnej dátovej cache načítaná mobilná mapová cache, ktorej obsah je zobrazený v navrhnutom rozhraní (Obrázok 42). Používateľ má možnosť interaktívne pracovať s obrazovou



Obrázok 42. Synchronizácia repliky mobilnej mapovej cache.

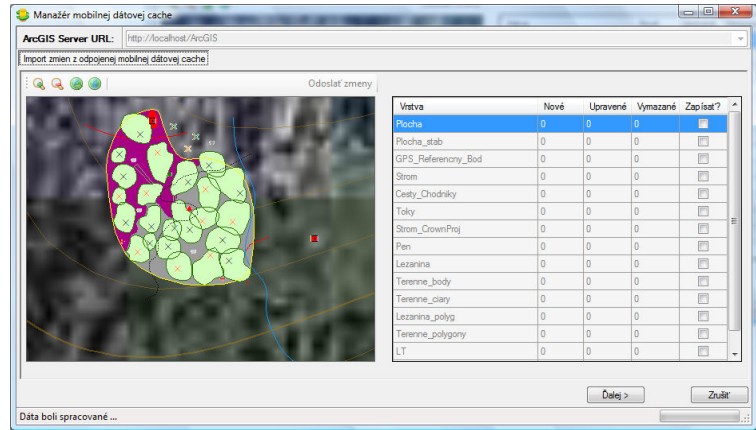
časťou pomocou nástrojov pre jej ovládanie, môže meniť aktuálnu mierku a pozíciu zobrazovanej mapy. Akékoľvek zmeny v zobrazení však nemajú vplyv na výslednú

synchronizáciu geodát. Systém používateľovi ponúka možnosť výberu tried prvkov v podobe zaškrtavacej voľby, ktorou používateľ označí, ktoré triedy prvkov budú replikou synchronizované, pričom východiskovo sú označené všetky triedy prvkov, v ktorých bola vykonaná zmena.

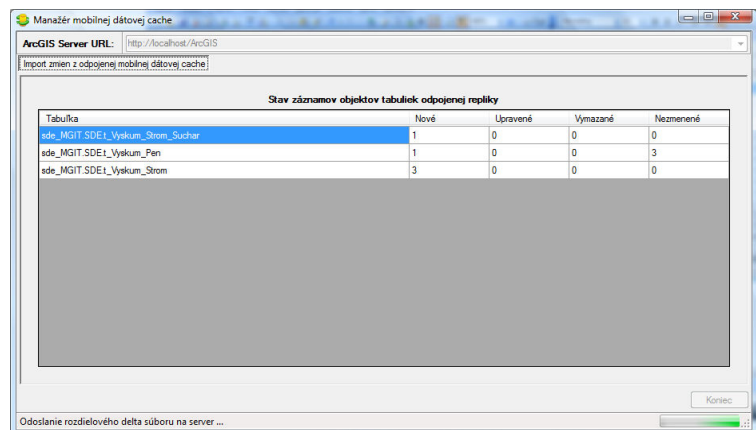
Voľbou tlačidla „Odoslať zmeny“ je spustený proces synchronizácie repliky z dátovým centrom. Zmeny nachádzajúce sa v odpojenej mobilnej dátovej cache sú prostredníctvom požiadavky odoslané na mobilnú mapovú službu ArcGIS Servera, ktorá ju spracuje. Odpoveďou služby je stav úspešnosti spracovania požiadavky, ktorá sa prejaví v zmene aktívnosti triedy prvkov, ak bola úspešne synchronizovaná.

Takáto trieda prvkov sa v systéme stáva neaktívna, pričom počty nových, upravených alebo vymazaných prvkov sa rovnajú nule (Obrázok 43). Zároveň sa tlačidlo sprievodcu pre voľbu ďalšieho kroku stáva aktívne.

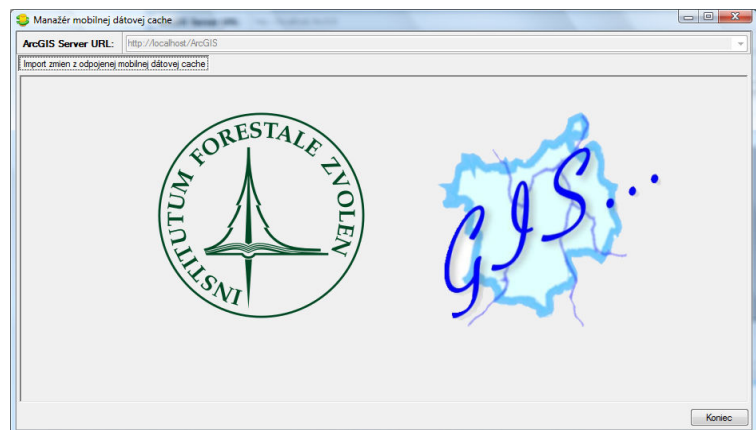
V nasledujúcom kroku sprievodcom MDCM je automaticky spustený proces importu zmien z objektov tabuliek, ktoré sú vo väzbe



Obrázok 43. Stav mobilnej mapovej cache po synchronizácii repliky.



Obrázok 44. Import zmien objektov tabuliek do dátového centra.



Obrázok 45. Ukončenie procesu importu zmien.

s priestorovými triedami prvkov (Obrázok 44). Používateľovi je zobrazený aktuálny stav objektov tabuliek. Pre každý objekt tabuľky systém informuje používateľa, koľko záznamov bolo v odpojenej replike pridaných, modifikovaných, vymazaných alebo ponechaných bez zmeny.

Na základe týchto informácií systém vytvorí rozdielový XML delta súbor, ktorého štruktúra zodpovedá požiadavkám geodátovej služby pre import zmien. Rozdielový delta súbor je odoslaný v podobe SOAP požiadavky geodátovej služby, ktorá ho spracuje a vráti stav jeho spracovania. Spracovanie na strane servera spočíva v uložení dát do užívateľskej verzie geodatabázy, t.j. potvrdení aktualizovaných dát do rodičovskej verzie geodatabázy. V prípade, že nie sú na strane geodatabázy vykázané konflikty, server odregistruje užívateľskú verziu z geodatabázy. Ak geodatabáza vykazuje dátový konflikt, stav repliky sa zmení na konfliktný, príjem ďalších zmien do alebo z užívateľskej verzie je zastavený a geodatabáza čaká na vyriešenie konfliktov zo strany administrátora či vlastníka rodičovskej verzie.

Pokiaľ by v procese spracovania delta súboru došlo k chybe, používateľ je o nej informovaný samostatným dialógovým oknom podobne, ako aj v prípade úspešného odoslania zmien. Systém sa automaticky sa prepne do posledného dialógového okna sprievodcu, kde je používateľ informovaný o zainteresovaných stranách participujúcich v projekte. Tu používateľ proces spusteného programu ukončí (Obrázok 45).

8 Záver

Mobilné geoinformačné technológie a ich uplatnenie sa v živote človeka zaznamenávajú v ostatnom čase prudký nárast. Systémy pre navigáciu alebo lokalizáciu v priestore sa stávajú bežnou súčasťou každodenného života. Dôvodom je dostupnosť dostatočne výkonného hardvéru, kvalitných komunikačných kanálov ale taktiež množstvo dát, ktoré užívateľ nemusí vlastniť, stačí, ak si ich za rozumnú cenu (často krát v cene hardvéru alebo služby) môže dočasne zapožičať. Aktuálnosť, množstvo a kvalita dát sú pritom najcennejšou zložkou v mozaike, ktorá tvorí informačný systém. Z tohto dôvodu je zberu a aktualizácii dát prikladaná náležitá pozornosť. Stále kvalitnejšie a výkonnejšie technológie umožňujú priestorové dáta zbierať bez dodatočných transformácií, korekcií či iných, časovo náročných manipulácií s cieľom zjednotiť dátovú základňu v polohe a kvalite uložených dát. ArcGIS Server a v ňom integrované MGIT nesporne medzi tieto inovatívne technológie patrí.

Mobilný GIS [8] v prostredí ArcGIS Server predstavený a ponúknutý firmou ESRI poskytuje riešenie, kde sa mobilný klient pripája prostredníctvom počítačovej sieti k publikovanej mobilnej mapovej službe, ktorá je zdrojom priestorových dát. Tieto sú uložené v mobilnom zariadení v podobe mobilnej mapovej cache, ku ktorej prístupuje distribuovaná aplikácia pre mapovanie, ktorá je portovaná pre operačné systémy WindowsMobile verzie 5.0 až 6.1 Pocket PCs, WindowsMobile verzie 5.0 Smartphone a Windows Mobile 6.0, 6.1 Standard edition [12]. Takto získané priestorové dáta je možné spomínanou aplikáciou editovať. Po ukončení editácie je možné zmenené dáta synchronizovať z geodatabázou cez identickú publikovanú službu. Mobilný klient však nepodporuje replikáciu atribútových dát, ktoré sú vo väzbe s priestorovými triedami prvkov.

Navrhovaný systém spracovaný v rámci diplomovej práce predstavuje riešenie, ktoré umožní replikovať priestorové dáta v podobe proprietárneho formátu mobilnej mapovej cache, tak aj atribútové dáta, ktoré sú vo väzbe s replikovanými triedami prvkov. Navrhnutý predpis tried a metód je portovaný pre všetky operačné systémy uvedené v zadaní diplomovej práce, pričom predpis odpojenej dátovej repliky je doporučené využiť pri riešení editácie odpojenej mobilnej dátovej cache.

Počas riešenia zadanej problematiky, bolo odhalených viacero chýb, ktoré súviseli s technológiou ArcGIS Server, alebo ArcSDE. Ústretovou komunikáciou s firmou ESRI prostredníctvom lokálnych distribútorov (Českej a Slovenskej republiky) boli niektoré problémy odstránené, niektoré na opravu ešte len čakajú.

- Závažný problém získania geodatabázovej schémy prostredníctvom geodátovej služby bol vyriešený vo verzii 9.3.
- Spracovanie dopytov v objektoch repliky nie je zo strany ArcSDE akceptované. Problém je vyriešený vo verzii ArcGIS 9.4.
- Atribútová hodnota „null“ v zázname rozdielového delta súboru vyvolá výnimku na strane servera, proces importu zmien končí chybou. Problém je prisľúbené riešiť.

Napriek týmto chybám, ktoré sa v systéme nechceme nachádzať je plánované spracovaný program nasadiť v prevádzke lesníckeho výskumu ako beta verziu, kde sa pri jej používaní očakáva odhalenie chýb aplikácie, ktoré neboli zaznamenané pri jej testovaní.

Plánovaným vývojom systému pre editáciu odpojenej mobilnej dátovej cache sa očakáva naplnenie predstáv využitia komplexného systému MGIT v prostredí ArcGIS Server a to najmä z dôvodov:

- Dodržania jednotných klasifikačných techník.
- Zvýšenia správnosti v teréne zbieraných dát (kontrola atribútovými doménami).
- Zvýšenia presnosti terénneho mapovania.
- Zvýšenia efektivity práce, kde odpadá dodatočné spracovanie dát alebo ich konverzia do centrálnej geodatabázy (vektORIZÁCIA, transformácia, prepisovanie, ...).
- Disponibility dát. Očakáva sa okamžitá dostupnosť a interpretovateľnosť dát.
- Riešiteľskej samostatnosti, kde v procese tvorby a návratu odpojenej repliky nie je požadovaná účasť špecialistu.

V poslednom rade je potrebné spomenúť bezpečnosť komunikácií, ktorá v predstavenom systéme nie je implementovaná. Táto bude riešená v ďalšej fáze dopracovania projektu, pričom budú využité služby technológie ArcGIS Server verzie 9.3, do ktorých boli komunikačné a autentifikačné bezpečnostné prvky zahrnuté.

Záverom je možné konštatovať, že úlohy vyplývajúce zo zadania a očakávaného naplnenia cieľov diplomovej práce boli úspešne splnené.

Literatúra

Knihy a elektronické manuály

- 1 *Arc/Info Data Management, Concepts, data models, database design and storage*. First Edition. Redlands: ESRI, 1994. 336 s. ISBN 1-879102-28-5
- 2 ARCTUR, D. - ZEILER, M.: *Designing Geodatabases : Case Studies in GIS Data Modeling*. : First Edition. Redlands : ESRI Press, 2004. 411 s. ISBN 1-58948-021-X
- 3 ARLOW, J. - NEUSTANDT, I.: *UML 2 a unifikovaný proces vývoje aplikáci : Príručka analýzou a návrhom objektov orientovaného softwaru*. : Dotisk 1. vydání. Brno : Computer Press a. s., 2008. 568 s. ISBN 978-80-251-1503-9
- 4 ZEILER, M.: *Modeling Our World : The ESRI Guide to Geodatabase Design*. : First Edition. Redlands : ESRI Press, 1999. 199 s. ISBN 1-879102-62-5
- 5 *ArcGIS 9: What's New in ArcGIS 9.2* [DVD-ROM]. Ver. 9.2. [cit. 2007-03-17]. Inštalačné médium.
- 6 *ArcGIS 9: What's New in ArcGIS 9.2* [DVD-ROM]. Ver. 9.2. [cit. 2007-03-07]. Inštalačné médium.
- 7 *ArcGIS 9: What's New in ArcGIS 9.3* [DVD-ROM]. Ver. 9.3. [cit. 2009-03-17]. Inštalačné médium.

Internetové zdroje

- 8 ARCDATA: *ArcGIS Mobile*. [online]. Aktualizácia 2009. [cit. 2009-05-02]. Dostupné na WWW: < <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/esri/gis-do-terenu/arcgis-mobile> >
- 9 ARCDATA: *ArcGIS Server*. [online]. Aktualizácia 2009. [cit. 2009-03-23]. Dostupné na WWW: < <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/esri/arcgis-server/arcgis-server> >
- 10 ARCDATA: *Co je ArcGIS*. [online]. Aktualizácia 2005. [cit. 2007-03-20]. Dostupné na WWW: < http://www.arcdata.cz/download/doc/2005/Co_je_ArcGIS_90.pdf >
- 11 ESRI: *An Overview of Distributing Data with Geodatabases*. [online]. Aktualizácia 2007. [cit. 2008-01-06]. Dostupné na WWW: < http://downloads.esri.com/support/whitepapers/other_/ArcGISServer_DistributingData_nov2007.pdf >
- 12 ESRI: *ArcGIS Mobile System Requirements*. [online]. Aktualizácia 2009. [cit. 2009-05-02]. Dostupné na WWW: < http://www.esri.com/software/arcgis/arcgismobile/system_requirements.html >
- 13 ESRI: *ArcGIS Server 9.3 functionality matrix*. [online]. Aktualizácia 2009. [cit. 2009-03-06]. Dostupné na WWW: < <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisserver/pdfs/functionality-matrix.pdf> >
- 14 ESRI: *Comprehensive, Server-Based GIS*. [online]. Aktualizácia 2007. [cit. 2008-01-06]. Dostupné na WWW: < <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/arcgis-server.pdf> >
- 15 ESRI: *Design and create Mobile maps*. [online]. Aktualizácia 2009. [cit. 2009-03-30]. Dostupné na WWW: < http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Design_and_create_Mobile_maps >
- 16 ESRI: *Developing applications using the Mobile SDK*. [online]. Aktualizácia 2007. [cit. 2008-01-08]. Dostupné na WWW: < http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/NET_Server_Doc/developer/Mobile/dev_mobile_apps.htm >
- 17 ESRI: *Geodatabase*. [online]. Aktualizácia 27.3.2008. [cit. 2008-03-27]. Dostupné na WWW: < <http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase> >
- 18 ESRI: *Replication types*. [online]. Aktualizácia 2009. [cit. 2009-03-10]. Dostupné na WWW: < http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Replication_types >

- 19 ESRI: *Using SOAP to Access ArcGIS Server Web Services*. [online]. Aktualizácia 2009. [cit. 2009-03-23]. Dostupné na WWW: < <http://resources.esri.com/help/9.3/ArcGISServer/apis/SOAP/index.htm> >
- 20 ESRI: *XML Schema of the Geodatabase*. [online]. Aktualizácia 2008. [cit. 2009-01-09]. Dostupné na WWW: < http://downloads2.esri.com/support/whitepapers/ao/XML_Schema_of_Geodatabase.pdf >
- 21 KUTTELWASCHER, R: *Publikace geografických služeb v ArcGIS Server*. [online]. Aktualizácia 2007. [cit. 2008-01-07]. Dostupné na WWW: < http://www.isss.cz/archiv/2007/download/prezentace/kuttelwascher_arcdata.pdf >
- 22 MICROSOFT: *MS Visual Studio 2008*. [online]. Aktualizácia 2009. [cit. 2009-04-01]. Dostupné na WWW: < <http://www.microsoft.com/slovakia/msdn/produkty/vstudio/default.msp> >
- 23 VRTICH, M: *ArcGIS Server 9.2 – webové služby a vývoj webových aplikací v.NET*. [online]. Aktualizácia 2007. [cit. 2007-10-07]. Dostupné na WWW: < <http://www.arcdata.cz/download/ArcRevue/2006/4/06-ArcGIS-Server-92-Vrtich.pdf> >

Zoznam obrázkov

Obrázok 1.	Možnosti konfigurácie ArcSDE.	13
Obrázok 2.	Technológia ArcGIS Server.	14
Obrázok 3.	Integrácia mobilného SDK.	16
Obrázok 4.	Synchronizácia geodát s centrálnou geodatabázou.	17
Obrázok 5.	Grafická reprezentácia objektov v ERA diagrame.	21
Obrázok 6.	Grafická reprezentácia domén v ERA diagrame.	21
Obrázok 7.	Postup aplikovania atribútových domén.	22
Obrázok 8.	Grafická reprezentácia väzieb v ERA diagrame.	23
Obrázok 9.	Vlastnosti verzie v geodatabáze.	24
Obrázok 10.	Vybrané služby ArcGIS Servera pre publikáciu geodát.	28
Obrázok 11.	Tabuľka zdrojov dát mxd dokumentu.	30
Obrázok 12.	MXD dokument určený pre publikáciu služby.	31
Obrázok 13.	Tabuľka zdrojov dát mxd dokumentu pre geodátovú službu.	34
Obrázok 14.	Overenie stavu geodátovej služby pomocou webového prehliadača.	35
Obrázok 15.	Základný diagram prípadov použitia.	38
Obrázok 16.	Rozšírený diagram prípadov použitia.	43
Obrázok 17.	Načítanie WSDL vo vývojovom prostredí.	46
Obrázok 18.	Diagram adresárovej štruktúry mobilnej dátovej cache.	47
Obrázok 19.	Globálne nastavenia pre ArcGIS Server.	48
Obrázok 20.	Statická trieda globálnych nastavení pre geodátovú repliku.	49
Obrázok 21.	Trieda pre uloženie a načítanie nastavení v XML formáte.	49
Obrázok 22.	Triedy pre sledovanie a podporu chodu systému.	50
Obrázok 23.	Trieda pre komunikáciu s katalógovou službou.	50
Obrázok 24.	Trieda geodátovej služby.	51
Obrázok 25.	Schéma elementu pracovného priestoru ako vlastnosť triedy pre komunikáciu s geodátovou službou.	52
Obrázok 26.	Schéma predpisu súboru pre návrat aktualizovaných dát.	53
Obrázok 27.	Schéma triedy odpojenej repliky.	54
Obrázok 28.	Trieda pre zmenu formátu dát odpojenej repliky.	55
Obrázok 29.	Trieda odpojenej repliky.	56

Obrázok 30. Trieda pre návrat editovaných dát.	56
Obrázok 31. Pôvodný návrh GUI MDCM.	57
Obrázok 32. Východiskové GUI v podobe sprievodcu MDCM.	59
Obrázok 33. Postavenie MDCM v komplexnom systéme MGIT pre ArcGIS Server.	60
Obrázok 34. MDCM ako sprostredkovateľ dát.	61
Obrázok 35. Úvodná obrazovka systému MDCM.	61
Obrázok 36. Nastavenie systému MDCM.	62
Obrázok 37. Výber dostupných služieb.	62
Obrázok 38. Tvorba mobilnej mapovej cache.	63
Obrázok 39. Informačné okno tvorby odpojenej repliky geodát.	63
Obrázok 40. Ukončenie procesu tvorby mobilnej dátovej cache.	64
Obrázok 41. Otvorenie mobilnej dátovej cache a jej kontrola.	65
Obrázok 42. Synchronizácia repliky mobilnej mapovej cache.	65
Obrázok 43. Stav mobilnej mapovej cache po synchronizácii repliky.	66
Obrázok 44. Import zmien objektov tabuliek do dátového centra.	66
Obrázok 45. Ukončenie procesu importu zmien.	66

Zoznam tabuliek

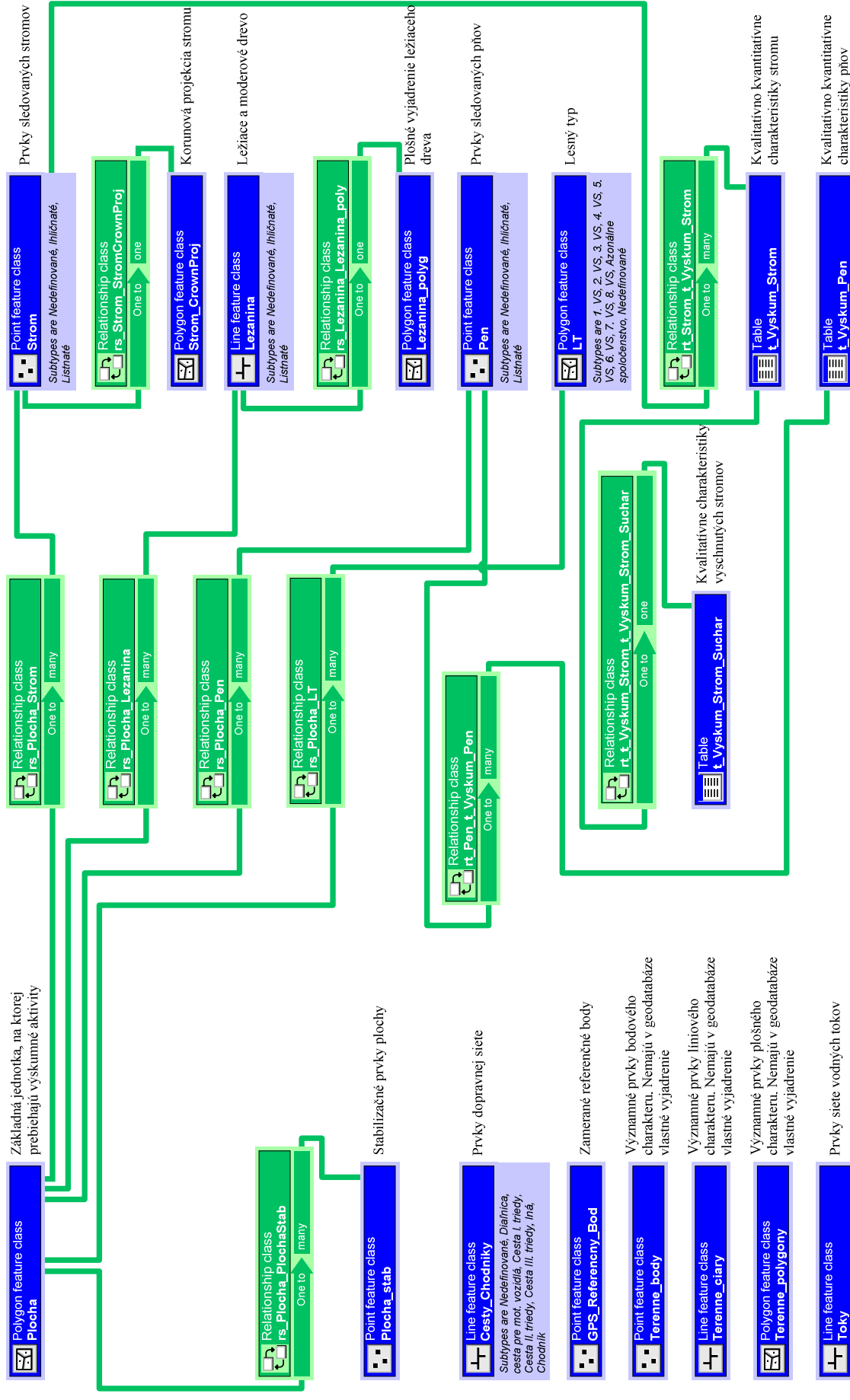
Tabuľka 1.	Funkcionalita ArcGIS Servera podľa úrovni.....	15
Tabuľka 2.	Tabuľka poskytovateľov dát.....	19
Tabuľka 3.	Vektorová reprezentácia sledovaných objektov.....	20
Tabuľka 4.	Tok informácií pri modifikácii geodatabázy s využitím rôzneho prístupu k verziám.	25
Tabuľka 5.	Základná špecifikácia požiadaviek na systém.	37
Tabuľka 6.	Základný slovníček pojmov.	38
Tabuľka 7.	Základná mapa požiadaviek na prípady použitia.	39
Tabuľka 8.	Detailná špecifikácia požiadaviek.	39
Tabuľka 9.	Detailný slovníček pojmov.....	41
Tabuľka 10.	Mapa detailných požiadaviek na špecifikované prípady použitia.	44

Zoznam príloh

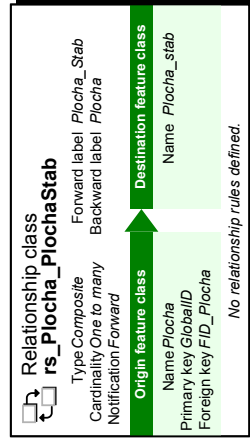
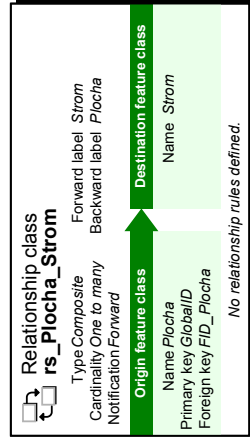
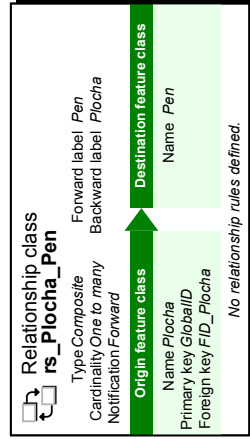
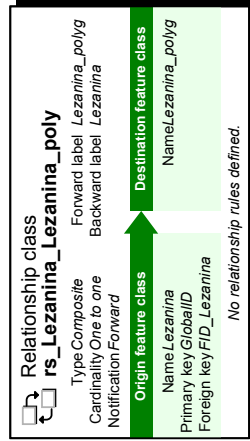
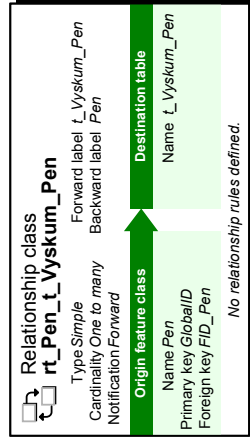
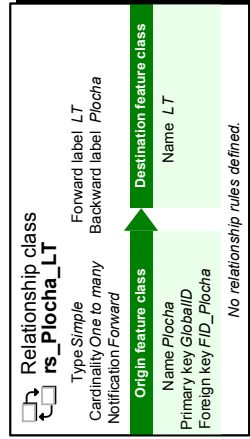
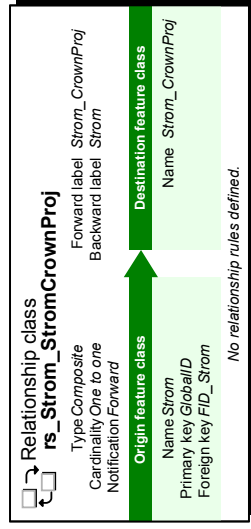
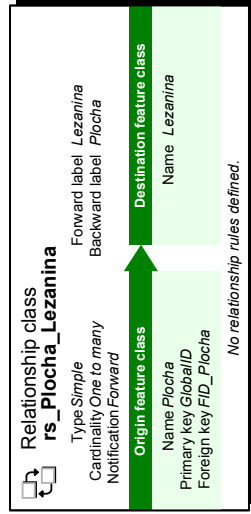
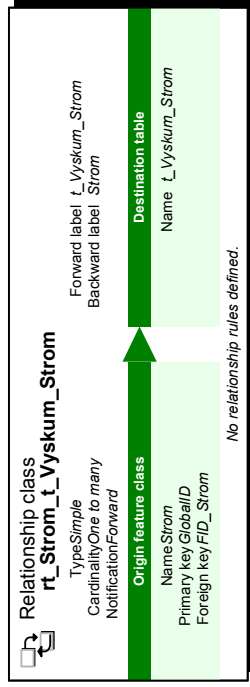
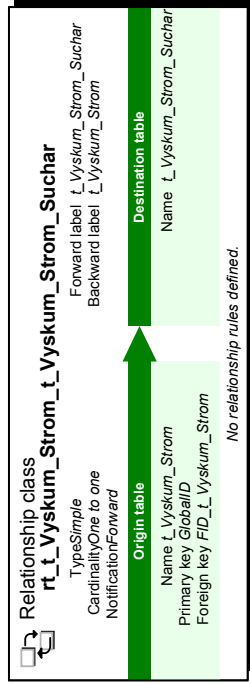
Príloha A. ERA model geodatabázy	77
Príloha B. Diagram aktivít (DA) systému.	88
Príloha C. GUI komponentov a formulárov.	93
Príloha D. Odovzdávací protokol ortofotomapy vybraného územia z roku 2002.	96
Príloha E. Odovzdávací protokol DMR 3.....	97

Prílohy

Príloha A. ERA model geodatabázy



Príloha A-1. Objekty geodatabázy a ich väzby.



Príloha A-2. Objekty definovaných väzieb v schéme geodatabázy.

Simple feature class									
Plocha									
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length	Geometry Polygon	
OBJECTID	Object ID	No			0	0	38	Contains M values	No
Nazov	String	Yes					30	Contains Z values	No
Zalozi	String	No	Nezadané				25		
Dat_Zal	Date	No	2		0	0	8		
Evid_Cislo	String	Yes	0				15		
Dom_Typ_Plochy	Short integer	Yes	0	Dom_Plocha_Typ	0	0			
Dom_Nadm_Vyska	Float	Yes	0	Dom_Vyskopis_NadmVyska	0	0			
Dom_Orientacia	Float	Yes	0	Dom_Orientacia_num	0	0			
Dom_Sklon	Float	Yes	0	Dom_Sklon_num	0	0			
Poznamka	String	Yes					50		
IDFull	String	Yes					15		
IDPlots	Double	Yes			0	0			
ID	Double	Yes			0	0			
SHAPE	Geometry	Yes							
RuleID	Long integer	Yes		Mobile_Plocha_Rep_Rules	0				
Override	Blob	Yes			0	0	0		
SHAPE_Length	Double	Yes			0	0			
SHAPE_Area	Double	Yes			0	0			

Simple feature class									
Plocha_stab									
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length	Geometry Point	
OBJECTID	Object ID	No			0	0	38	Contains M values	No
FID_Plocha	GlobalID	Yes			0	0	38	Contains Z values	No
POINT_X	Double	Yes			0	0			
POINT_Y	Double	Yes			0	0			
Dom_Typ_Stabil	Short integer	Yes			0	0			
Poznamka	String	Yes	0	Dom_Plocha_Stab	0	0			
SHAPE	Geometry	Yes					50		
IDFull	String	Yes					15		
IDPlots	Double	Yes			0	0			
ID	Double	Yes			0	0			
RuleID	Long integer	Yes		Mobile_Plocha_stab_Rep_Rules	0				
Override	Blob	Yes			0	0	0		

Základná jednotka, na ktorej prebiehajú výskumné aktivity

Globalný identifikátor

Názov plochy

Kto plochu založil

Dátum založenia

Evidenčné číslo plochy vedne inštitúciou

Typ plochy

Priemerná nadmorská výška

Pravidelná orientácia plochy

Priemerný sklon

Poznamka

ID systému FieldMap

ID systému FieldMap

ID systému FieldMap

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Stabilizačné prvky plochy

Globalný identifikátor

Cudzí kľúč, vzábový atribút plochy

Stránica X

Stránica Y

Typ stabilizácie

Poznamka

ID systému FieldMap

ID systému FieldMap

ID systému FieldMap

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Coded value domain									
Dom_Plocha_Typ									
Description		Ty založenej plochy		Field type		Short integer		Duplicate	
Merge policy		Default value		Duplicate		Duplicate		Duplicate	
Code	Description	Code	Description	Code	Description	Code	Description	Code	Description
0	Nedefinované	0	Nedefinované	0	Nedefinované	0	Nedefinované	0	Nedefinované
1	Trvalá výskumná plocha	1	Trvalá výskumná plocha	1	Trvalá výskumná plocha	1	Trvalá výskumná plocha	1	Trvalá výskumná plocha
2	Prevádzková výskumná plocha	2	Prevádzková výskumná plocha	2	Prevádzková výskumná plocha	2	Prevádzková výskumná plocha	2	Prevádzková výskumná plocha
3	Poprevádzková výskumná plocha	3	Poprevádzková výskumná plocha	3	Poprevádzková výskumná plocha	3	Poprevádzková výskumná plocha	3	Poprevádzková výskumná plocha
4	Trvalá inventarizačná plocha	4	Trvalá inventarizačná plocha	4	Trvalá inventarizačná plocha	4	Trvalá inventarizačná plocha	4	Trvalá inventarizačná plocha
5	Trvalá monitorovacia plocha	5	Trvalá monitorovacia plocha	5	Trvalá monitorovacia plocha	5	Trvalá monitorovacia plocha	5	Trvalá monitorovacia plocha

Range domain									
Dom_Vyskopis_NadmVyska									
Description		Nadmorská výška		Field type		Float		Duplicate	
Merge policy		Default value		Duplicate		Duplicate		Duplicate	
Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
95	2665	95	2665	95	2665	95	2665	95	2665

Range domain									
Dom_Orientacia_num									
Description		Orientácia terénu v stupňoch		Field type		Double		Duplicate	
Merge policy		Default value		Duplicate		Duplicate		Duplicate	
Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
0	360	0	360	0	360	0	360	0	360

Range domain									
Dom_Sklon_num									
Description		Sklon terénu v stupňoch		Field type		Double		Duplicate	
Merge policy		Default value		Duplicate		Duplicate		Duplicate	
Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
0	90	0	90	0	90	0	90	0	90

Coded value domain									
Dom_Plocha_Stab									
Description		Druh stabilizácie plochy		Field type		Short integer		Duplicate	
Merge policy		Default value		Duplicate		Duplicate		Duplicate	
Code	Description	Code	Description	Code	Description	Code	Description	Code	Description
0	Nedefinované	0	Nedefinované	0	Nedefinované	0	Nedefinované	0	Nedefinované
1	Drevený kolík	1	Drevený kolík	1	Drevený kolík	1	Drevený kolík	1	Drevený kolík
2	Železný kolík viditeľný	2	Železný kolík viditeľný	2	Železný kolík viditeľný	2	Železný kolík viditeľný	2	Železný kolík viditeľný
3	Železný kolík zakopaný	3	Železný kolík zakopaný	3	Železný kolík zakopaný	3	Železný kolík zakopaný	3	Železný kolík zakopaný

Príloha A-3. Objekty tried prvkov priestorovo popisujúce plochu.

Strom

Simple feature class

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID	No					
GlobalID		No			0	0	38
FID_Plocha		Yes			0	0	38
Datum_Zamerania	Date	Yes	2		0	0	8
Subtyp_Drevina	Short integer	Yes			0	0	
Dom_Drevina	Short integer	Yes	0	Dom_Drevina			
Poznamka	String	Yes					30
IDFull	String	Yes					15
IDPlots	Double	Yes			0	0	
ID	Double	Yes			0	0	
SHAPE	Geometry	Yes					
RuleID	Long integer	Yes		Mobile_Strom_Rep_Rules	0	0	0
Override	Blob	Yes			0	0	0

Prvky sledovaných stromov

Globalný identifikátor

Cudzí kľúč, vizuálny atribút plochy

Datum zamerania pozície

Subtyp dreviny

Drevina

Poznamka

ID systému FieldMap

ID systému FieldMap

ID systému FieldMap

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Prvky sledovaných stromov

Subtypes of Strom

Subtype field Subtyp_Drevina

List of defined default values and domains for subtypes in this class

Subtype Code	Subtype Description	Field name	Default value	Domain
0	Nedefinované	Dom_Drevina	0	Dom_Nedefinovane
1	Ilhčnaté	Dom_Drevina	0	Dom_Drevinalhlc
2	Listnaté	Dom_Drevina	0	Dom_Drevinalist

Simple feature class

Strom_CrownProj

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID	No				0	38
GlobalID		No				0	38
FID_Strom		Yes				0	8
Datum_zamerania	Date	Yes				0	0
IDFull	String	Yes					15
IDPlots	Double	Yes				0	0
ID	Double	Yes				0	0
Shape	Geometry	Yes				0	0
RuleID	Long integer	Yes		Mobile_Strom_CrownProj_Rep_Rules		0	
Override	Blob	Yes				0	0
Shape_Length	Double	Yes				0	0
Shape_Area	Double	Yes				0	0

Korunová projekcia stromu

Globalný identifikátor

Cudzí kľúč, vzťahový atribút stromu

Dátum zamerania

ID systému FieldMap

ID systému FieldMap

ID systému FieldMap

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Korunová projekcia stromu

Coded value domain		
Dom_Drevina		
Description	Drevina skratka	
Field type	Short integer	
Split policy	Duplicate	
Merge policy	Default value	
Code	Description	
0	Nedefinované	
1	SM	
2	SP	
3	SO	
4	JD	
5	JO	
6	BO	
7	BC	
8	BB	
9	BS	
10	VJ	
11	KS	
12	DG	
.	.	
.	.	
82	HO	

Coded value domain		
Dom_Nedefinovane		
Description	Nedefinovaná položka	
Field type	Short integer	
Split policy	Default value	
Merge policy	Default value	
Code	Description	
0	Nedefinované	

Coded value domain		
Dom_Drevinalhlc		
Description	Ilhčnaté dreviny skratka	
Field type	Short integer	
Split policy	Duplicate	
Merge policy	Default value	
Code	Description	
0	Nedefinované	
1	SM	
2		
3		
4		
5		
6		
12		
.		
.		
16		

Coded value domain		
Dom_Drevinalist		
Description	Listnaté dreviny skratka	
Field type	Short integer	
Split policy	Duplicate	
Merge policy	Default value	
Code	Description	
0	Nedefinované	
17	DB	
18	DL	
19	DZ	
20	DC	
21	DP	
22	DX	
23	DS	
24	CR	
.	.	
.	.	
82	HO	

Príloha A-4. Objekty tried prvkov priestorovo popisujúce strom.

Table t_Vyskum_Strom					
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision Scale Length
OBJECTID	Object ID	No			0 0 38
FID_Strom		Yes			0 0 38
Priemer_D13_cm	Float	Yes		Dom_StromPriemer	
Priemer_D00_cm	Float	Yes		Dom_StromPriemer	
Vyska_m	Float	Yes		Dom_StromVyska	
Nasadenie_kor_m	Float	Yes		Dom_StromVyska	
dom_SAO	Short integer	Yes	5	Dom_Strom_SAO	
dom_ZAO	Short integer	Yes	5	Dom_Strom_Zltnutie	
dom_ZdravStav	Short integer	Yes	5	Dom_Strom_ZdravStav	
Datum_Merania	Date	Yes			0 0 8

Kvalitatívno kvantitatívne charakteristiky stromu

Globálny identifikátor

Cudzí kľúč, väzbový atribút stromu

Hrubka vo výške 1,3 metra

Hrubka vo výške pňa

Výška stromu

Výška nasadenia živej koruny

Zdravotný stav, strata asimilačných orgánov

Zdravotný stav, žltnutie asimilačných orgánov

Zdravotný stav, kompletné

Dátum merania

Table t_Vyskum_Strom_Suchar					
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision Scale Length
OBJECTID	Object ID	No			0 0 38
FID_t_Vyskum_Strom		Yes			0 0 38
dom_Stupen_Rozkladu	Short integer	Yes	0	Dom_Stupen_Rozkladu	0

Kvalitatívne charakteristiky vyschnutých stromov

Globálny identifikátor

Cudzí kľúč, väzbový atribút entity z tabuľky stromu

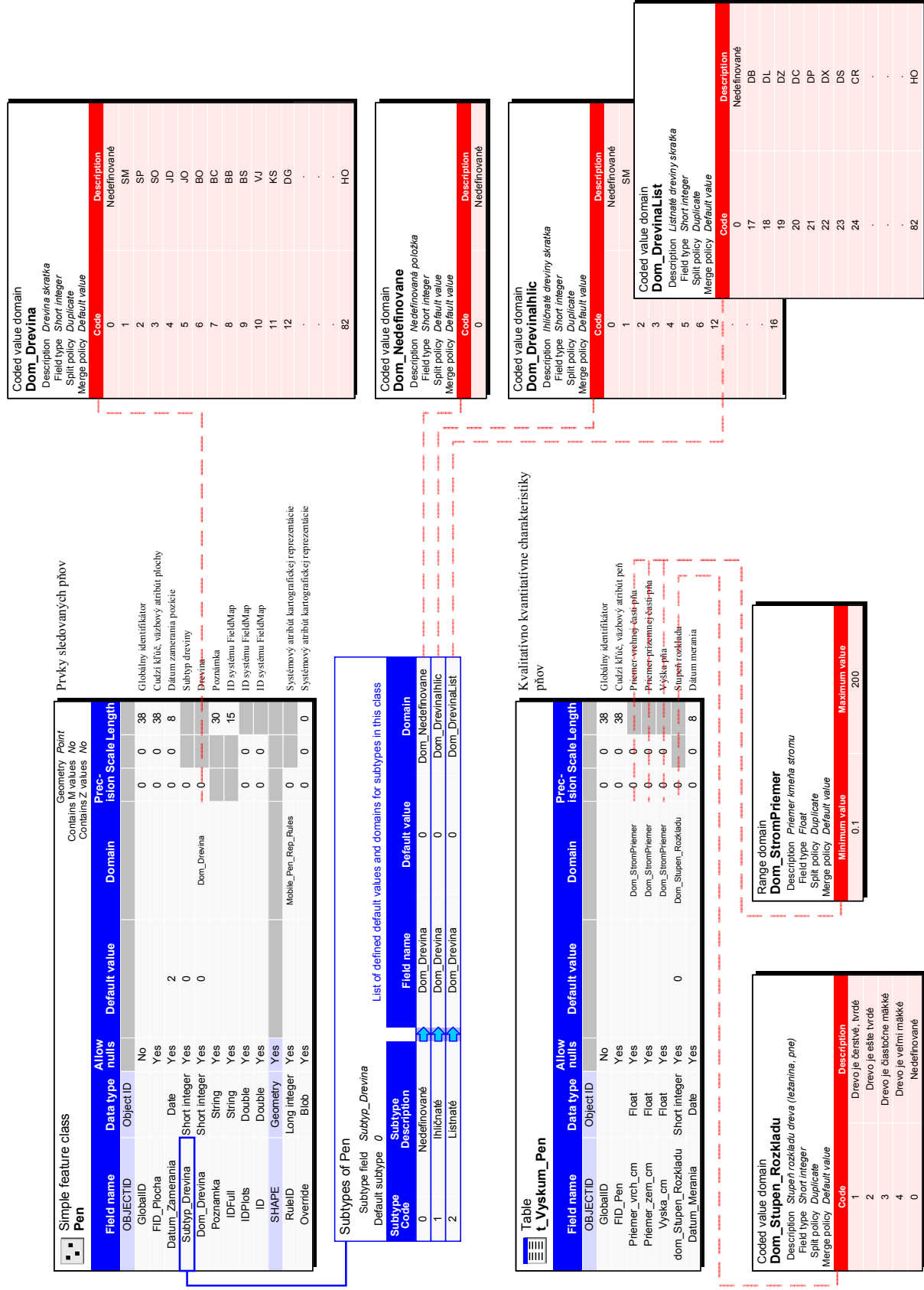
Stupeň rozkladu

Coded value domain	
Code	Description
1	Drevo je čerstvé, tvrdé
2	Drevo je ešte tvrdé
3	Drevo je čiastočne mäkčké
4	Drevo je veľmi mäkčké
0	Nedefinované

Coded value domain	
Code	Description
0	Zdravý
1	Mierne zhoršený
2	Stredne zhoršený
3	Výrazne zhoršený
4	Suchý (mŕtv)
5	Nehodnotený

Coded value domain	
Code	Description
0	0 - 10 %
1	11 - 25 %
2	26 - 60 %
3	61 - 99 %
4	100 %
5	Nehodnotené

Príloha A-5. Objekty atributových tabuliek vo väzbe s triedou prvkov „Strom“.



Príloha A-6. Objekt triedy prhov „Peň“ a objekt jeho atribútovej tabuľky.

Coded value domain

Dom_Drevina

Description
Drevina skratka
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	SM
2	SP
3	SO
4	JD
5	JO
6	BO
7	BC
8	BB
9	BS
10	VJ
11	KS
12	DG
.	.
82	HO

Coded value domain

Dom_Nedevinalhic

Description
Nedevinalhic dreviny skratka
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované

Coded value domain

Dom_Drevinalhic

Description
Hilicirné dreviny skratka
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	SM
2	Coded value domain
3	Dom_DrevinalList
4	Description Lisťnaté dreviny skratka Field type Short integer Split policy Duplicate Merge policy Default value
5	Description Lisťnaté dreviny skratka Field type Short integer Split policy Duplicate Merge policy Default value
6	Description Lisťnaté dreviny skratka Field type Short integer Split policy Duplicate Merge policy Default value
12	Description Lisťnaté dreviny skratka Field type Short integer Split policy Duplicate Merge policy Default value

Coded value domain

Dom_Stupen_Rozkladu

Description
Stupeň rozkladu dreva (lezanina, pne)
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
1	Drevo je čerstvé, tvrdé
2	Drevo je ešte tvrdé
3	Drevo je čiastočne mäkklé
4	Drevo je veľmi mäkklé
0	Nedefinované

Coded value domain

Dom_Skaly

Description
Skaly
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	DB
17	DL
18	DZ
19	DC
20	DP
21	DX
22	DS
23	CR
24	.
.	.
82	HO

Coded value domain

Dom_ZemepisnaPoloha

Description
Geografická poloha
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	SM
2	SP
3	SO
4	JD
5	JO
6	BO
7	BC
8	BB
9	BS
10	VJ
11	KS
12	DG
.	.
82	HO

Coded value domain

Dom_VyjadrenieLezacehoDreva

Description
Vyjadrenie ležacieho dreva
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	SM
2	SP
3	SO
4	JD
5	JO
6	BO
7	BC
8	BB
9	BS
10	VJ
11	KS
12	DG
.	.
82	HO

Coded value domain

Dom_PloshneVydavanieLezacehoDreva

Description
Plošné vyjadrenie ležacieho dreva
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	SM
2	SP
3	SO
4	JD
5	JO
6	BO
7	BC
8	BB
9	BS
10	VJ
11	KS
12	DG
.	.
82	HO

Coded value domain

Dom_VyjadrenieLezacehoDreva

Description
Vyjadrenie ležacieho dreva
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	SM
2	SP
3	SO
4	JD
5	JO
6	BO
7	BC
8	BB
9	BS
10	VJ
11	KS
12	DG
.	.
82	HO

Coded value domain

Dom_VyjadrenieLezacehoDreva

Description
Vyjadrenie ležacieho dreva
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	SM
2	SP
3	SO
4	JD
5	JO
6	BO
7	BC
8	BB
9	BS
10	VJ
11	KS
12	DG
.	.
82	HO

Coded value domain

Dom_VyjadrenieLezacehoDreva

Description
Vyjadrenie ležacieho dreva
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	SM
2	SP
3	SO
4	JD
5	JO
6	BO
7	BC
8	BB
9	BS
10	VJ
11	KS
12	DG
.	.
82	HO

Coded value domain

Dom_VyjadrenieLezacehoDreva

Description
Vyjadrenie ležacieho dreva
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	SM
2	SP
3	SO
4	JD
5	JO
6	BO
7	BC
8	BB
9	BS
10	VJ
11	KS
12	DG
.	.
82	HO

Coded value domain

Dom_VyjadrenieLezacehoDreva

Description
Vyjadrenie ležacieho dreva
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

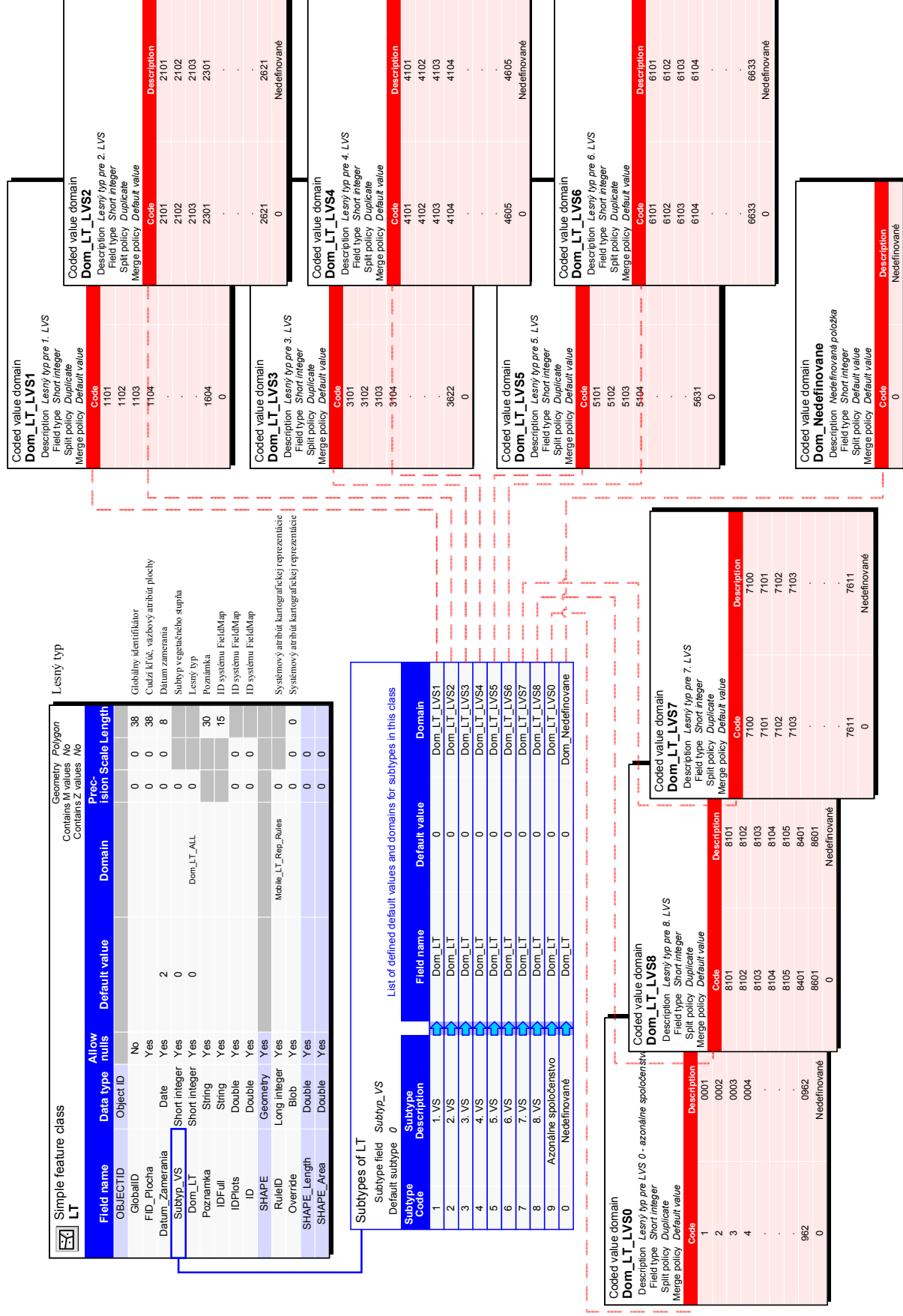
Code	Description
0	Nedefinované
1	SM
2	SP
3	SO
4	JD
5	JO
6	BO
7	BC
8	BB
9	BS
10	VJ
11	KS
12	DG
.	.
82	HO

Coded value domain

Dom_VyjadrenieLezacehoDreva

Description
Vyjadrenie ležacieho dreva
Field type Short integer
Split policy Duplicate
Merge policy Default value

Code	Description
0	Nedefinované
1	SM



Príloha A-8. Objekt triedy prvkov „Lesný typ“.

Simple feature class Cesty_Chodniky					Geometry Polyline	
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Contains M values	Contains Z values
OBJECTID	Object ID				No	No
Dom_Cesty_Lesnictvo	Short Integer	No	0	Dom_LesnictvoCesty	0	0
Subtyp_Trieda	Short Integer	Yes	0		0	0
Dom_Povrch	Short Integer	Yes	0	Dom_PovrchCesty	0	0
Datum_zamerania	Date	Yes			0	0
DatumAktualizacie	Date	Yes			0	0
Poznamka	String	Yes			0	0
Shape	Geometry	Yes				50
IDFull	String	Yes				15
IDPlots	Double	Yes			0	0
ID	Double	Yes			0	0
RuleID	Long Integer	Yes		Mobile_Cesty_Chodniky_Reg_Rules	0	0
Override	Blob	Yes			0	0
Shape_Length	Double	Yes			0	0

Prvky dopravnej siete

Coded value domain Dom_LesnictvoCesty				
Description	Typ cesty v lesníckom mapovaní	Field type	Short Integer	
Split policy	Duplicate	Field type	Short Integer	
Merge policy	Default value	Field type	Short Integer	
Code	Description	Code	Description	Code
0	Nedefinované	1150	Chodník	
10	Diaľnica, cesta pre m	4050	Diaľnica, cesta pre m	
20	Cesta	4060	Cesta	
30	Cesta 2	4070	Cesta 2	
40	Trvalá približov	4080	Trvalá približov	
50	Zväžnica	4090	Zväžnica	

Coded value domain Dom_PovrchCesty				
Description	Povrch cesty	Field type	Short Integer	
Split policy	Duplicate	Field type	Short Integer	
Merge policy	Default value	Field type	Short Integer	
Code	Description	Code	Description	Code
0	Nedefinované	10	Asfalt	
20	Dlažbový kameň	30	Asfalt	
30	Asfalt	40	Asfalt	
40	Asfalt	50	Asfalt	
50	Asfalt	60	Asfalt	
60	Asfalt	9999	Iný	

Coded value domain Dom_Nedefinovane				
Description	Nedefinovaná položka	Field type	Short Integer	
Split policy	Duplicate	Field type	Short Integer	
Merge policy	Default value	Field type	Short Integer	
Code	Description	Code	Description	Code
0	Nedefinované			

Subtypes of Cesty_Chodniky				
Subtype field	Subtyp_Trieda			
Default subtype	0			
Subtype Code	Subtype Description	Field name	Default value	Domain
0	Nedefinované	Dom_Cesty_Lesnictvo	0	Dom_Nedefinovane
100	Diaľnica, cesta pre mot. vozidlá	Dom_Povrch	0	Dom_Nedefinovane
210	Cesta I. triedy	Dom_Povrch	0	Dom_LesnictvoCestyKat
220	Cesta II. triedy	Dom_Povrch	0	Dom_LesnictvoCestyKat
230	Cesta III. triedy	Dom_Povrch	0	Dom_LesnictvoCestyKat
300	Iná	Dom_Povrch	0	Dom_PovrchCestyKat
400	Chodník	Dom_Povrch	1150	Dom_LesnictvoChodnik

List of defined default values and domains for subtypes in this class

Coded value domain Dom_LesnictvoCestyKat				
Description	Typ cesty v lesníckom mapovaní - spevnené	Field type	Short Integer	
Split policy	Duplicate	Field type	Short Integer	
Merge policy	Default value	Field type	Short Integer	
Code	Description	Code	Description	Code
0	Nedefinované	4050	Diaľnica, cesta pre m	
4050	Diaľnica, cesta pre m	4060	Cesta	
4060	Cesta	4070	Cesta 2	
4070	Cesta 2	4080	Trvalá približov	

Coded value domain Dom_PovrchCestyKat				
Description	Povrch cesty prvej kategórie	Field type	Short Integer	
Split policy	Duplicate	Field type	Short Integer	
Merge policy	Default value	Field type	Short Integer	
Code	Description	Code	Description	Code
0	Nedefinované	10	Asfalt	
10	Asfalt	30	Asfalt	
30	Asfalt	9999	Iný	

Coded value domain Dom_LesnictvoCestyKat				
Description	Typ cesty v lesníckom mapovaní - lesné	Field type	Short Integer	
Split policy	Duplicate	Field type	Short Integer	
Merge policy	Default value	Field type	Short Integer	
Code	Description	Code	Description	Code
0	Nedefinované	4080	Trvalá približov	
4080	Trvalá približov	4090	Zväžnica	

Coded value domain Dom_PovrchCestyKat				
Description	Povrch cesty druhej kategórie	Field type	Short Integer	
Split policy	Duplicate	Field type	Short Integer	
Merge policy	Default value	Field type	Short Integer	
Code	Description	Code	Description	Code
0	Nedefinované	10	Asfalt	
10	Asfalt	20	Dlažbový kameň	
20	Dlažbový kameň	30	Asfalt	
30	Asfalt	40	Asfalt	
40	Asfalt	50	Asfalt	
50	Asfalt	60	Asfalt	
60	Asfalt	9999	Iný	

Coded value domain Dom_LesnictvoChodnik				
Description	Chodníky v lesníckom mapovaní	Field type	Short Integer	
Split policy	Duplicate	Field type	Short Integer	
Merge policy	Default value	Field type	Short Integer	
Code	Description	Code	Description	Code
0	Nedefinované	1150	Chodník	

Coded value domain Dom_PovrchCestyKat				
Description	Povrch cesty prvej kategórie	Field type	Short Integer	
Split policy	Duplicate	Field type	Short Integer	
Merge policy	Default value	Field type	Short Integer	
Code	Description	Code	Description	Code
0	Nedefinované	10	Asfalt	
10	Asfalt	20	Dlažbový kameň	
20	Dlažbový kameň	30	Asfalt	
30	Asfalt	40	Asfalt	
40	Asfalt	50	Asfalt	
50	Asfalt	60	Asfalt	
60	Asfalt	9999	Iný	

Coded value domain Dom_PovrchCestyKat				
Description	Povrch cesty druhej kategórie	Field type	Short Integer	
Split policy	Duplicate	Field type	Short Integer	
Merge policy	Default value	Field type	Short Integer	
Code	Description	Code	Description	Code
0	Nedefinované	10	Asfalt	
10	Asfalt	20	Dlažbový kameň	
20	Dlažbový kameň	30	Asfalt	
30	Asfalt	40	Asfalt	
40	Asfalt	50	Asfalt	
50	Asfalt	60	Asfalt	
60	Asfalt	9999	Iný	

Príloha A-9. Objekt triedy prvkov komunikácií.

Simple feature class						Geometry Polyline	
<div>Toky</div>						Contains M values No Contains Z values No	
Field name		Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale Length
OBJECTID		Object ID					
SirkaToku		Short integer	Yes	0	Dom_Tokky_Type	0	-8
Datum_zamerania		Date	Yes			0	8
Poznamka		String	Yes				50
Shape		Geometry	Yes				
IDFull		String	Yes				15
IDPlots		Double	Yes			0	0
ID		Double	Yes			0	0
GloballID			No			0	38
RuleID		Long integer	Yes		Mobile_Tokky_Rep_Rules	0	
Override		Blob	Yes			0	0
Shape_Length		Double	Yes			0	0

Prvky siete vodných tokov

Coded value domain	Code	Description
Dom_Toky_Type		
Description	0	Nedefinované
Type toku podľa šírky toku	1	Suchá dolina
Field type Short integer	2	Šírka < 2 m
Split policy Duplicate	3	Šírka 2 - 4 m
Merge policy Duplicate	4	Šírka 4 - 6 m
	5	Šírka > 6 m

Simple feature class						
Terrene_body						
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale
OBJECTID	Object ID					
GlobalID		No			0	38
Popis	String	Yes				100
Poznamka	String	Yes				150
Datum_Zberu	Date	Yes			0	8
SHAPE	Geometry	Yes				
RuleID	Long integer	Yes		Mobile_Terrene_body_Rep_Rules	0	
Override	Blob	Yes			0	0

Významné prvky bodového charakteru.
Nemajú v geodatabáze vlastné vyjadrenie

Simple feature class						
Terrenne_ciary				Geometry Polyline		
				Contains M values No Contains Z values No		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Pre- cision	Scale
OBJECTID	Object ID					
GlobalID		No			0	38
Popis	String	Yes				100
Poznamka	String	Yes				150
Datum_Zberu	Date	Yes			0	8
SHAPE	Geometry	Yes				
RuleID	Long integer	Yes		Mobile_Terrenne_ciary_Rep_Rules	0	
Override	Blob	Yes			0	0
SHAPE_Length	Double	Yes			0	0

Významné prvky líniového charakteru. Nemajú v geodatabáze vlastné vyjadrenie

Simple feature class						
GPS_Referency_Bod						
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale Length
OBJECTID	Object ID					
GlobalID		No			0	38
Datum_zamerania	Date	Yes			0	8
WGS84_E	Double	Yes			0	0
WGS84_N	Double	Yes			0	0
SHAPE	Geometry	Yes				
POINT_X	Double	Yes			0	0
POINT_Y	Double	Yes			0	0
Popis	String	Yes				50
Poznamka	String	Yes				50
IDFull	String	Yes				15
IDPlots	Double	Yes			0	0
ID	Double	Yes			0	0
RuleID	Long integer	Yes	Mobile_GPS_Referency_Bod_Rep_Rules		0	
Override	Blob	Yes			0	0

Zamerané referenčné body

Geometry Point

Contains M values No

Contains Z values No

Globalný identifikátor

Datum zamerania

Súradnica WGS84 východ

Súradnica WGS84 sever

Súradnica S-JTSK X

Súradnica S-JTSK Y

Popis

Poznamka

ID systému FieldMap

ID systému FieldMap

ID systému FieldMap

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Simple feature class						
Terenne_polygony						
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale Length
OBJECTID	Object ID					
GlobalID		No			0	38
Popis	String	Yes				100
Poznamka	String	Yes				150
Datum_Zberu	Date	Yes			0	8
SHAPE	Geometry	Yes				
RuleID	Long integer	Yes	Mobile_Terenne_polygony_Rep_Rules		0	
Override	Blob	Yes			0	0
SHAPE_Length	Double	Yes			0	0
SHAPE_Area	Double	Yes			0	0

Významné prvky plošného charakteru.

Nemajú v geodatabáze vlastné vyjadrenie

Geometry Polygon

Contains M values No

Contains Z values No

Globalný identifikátor

Popis

Poznamka

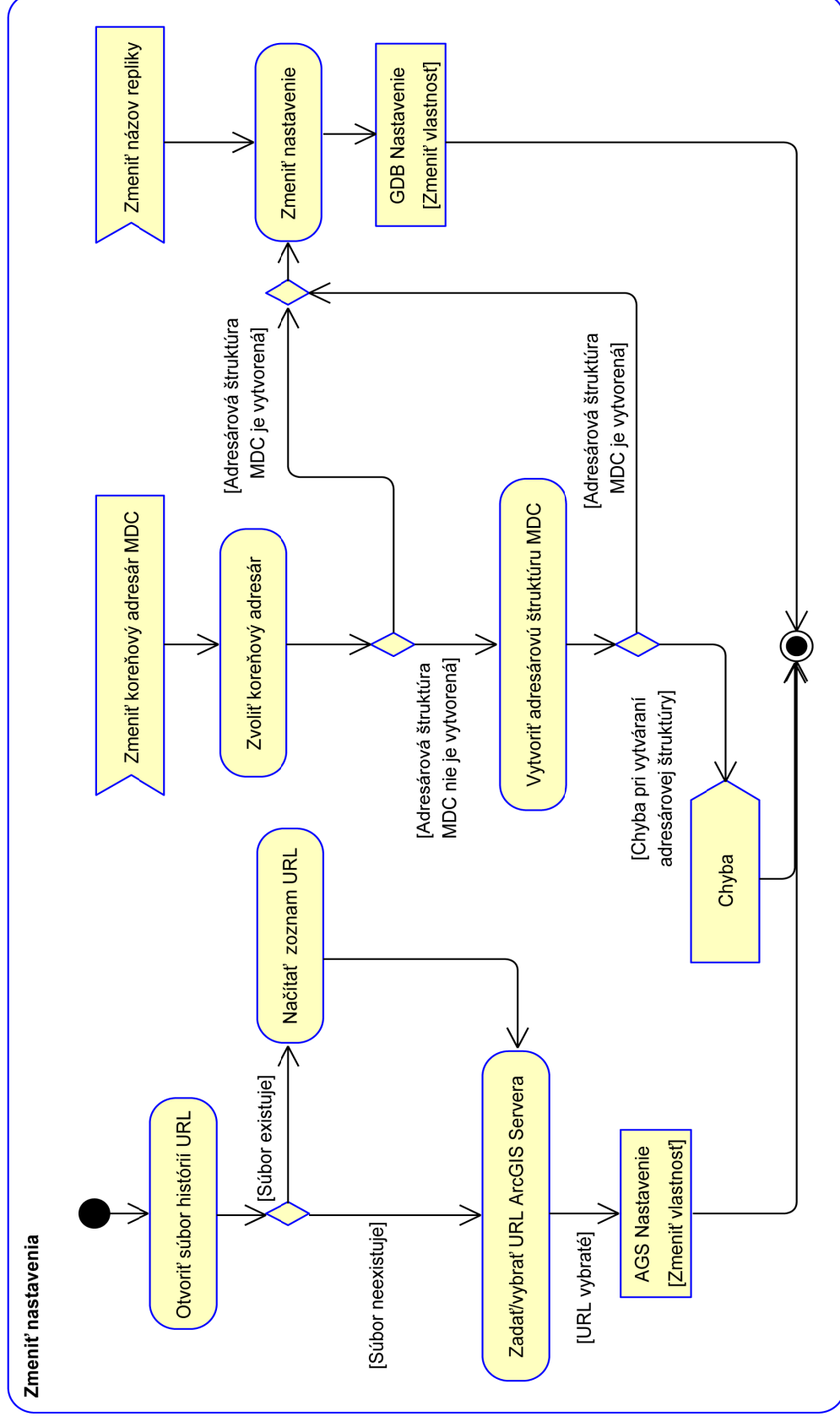
Datum zamerania

Systémový atribút kartografickej reprezentácie

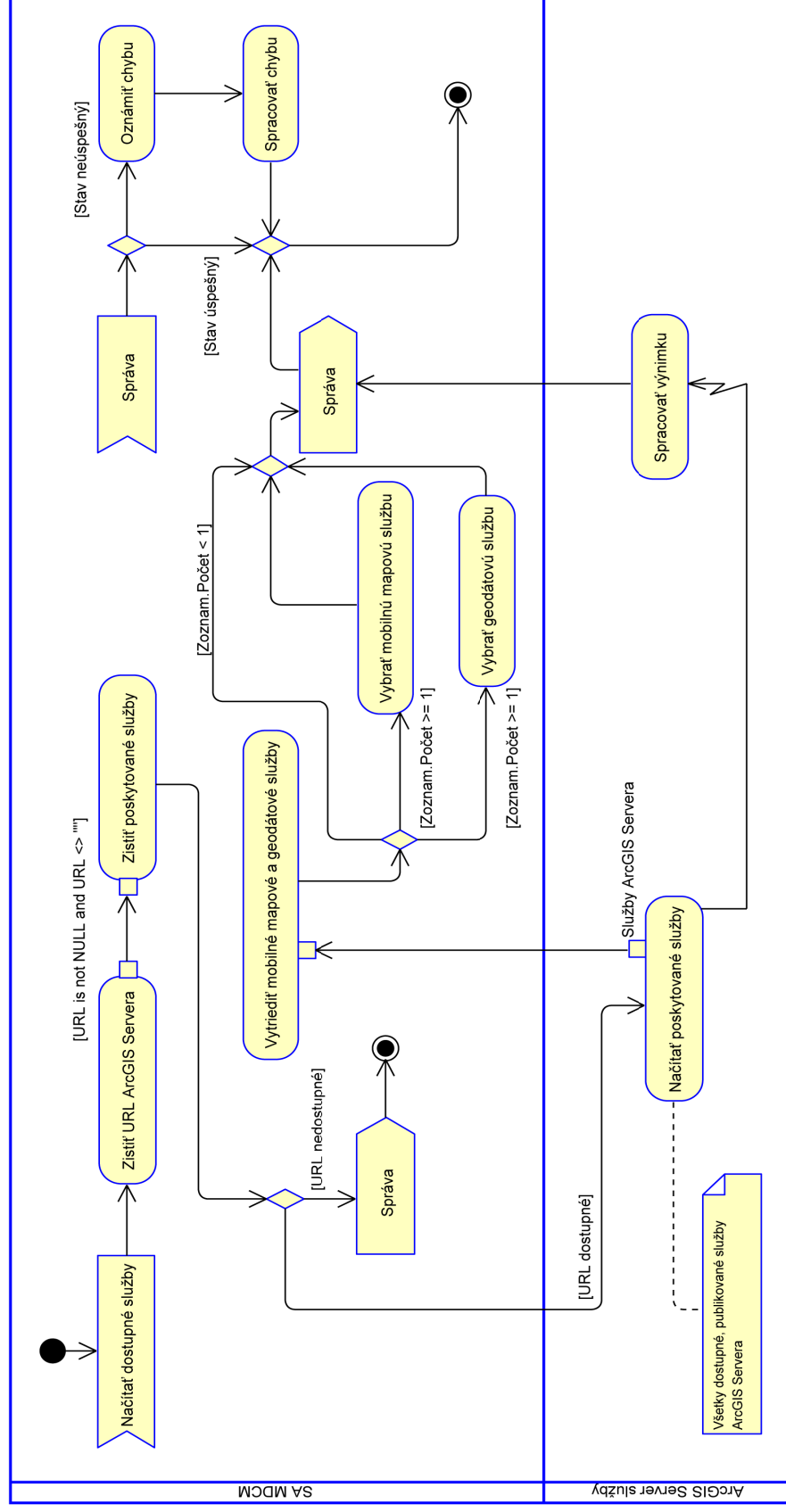
Systémový atribút kartografickej reprezentácie

Príloha A-11. Objekty tried prvkov GPS referenčných bodov a nešpecifikovaných terénnych meraní polygónov.

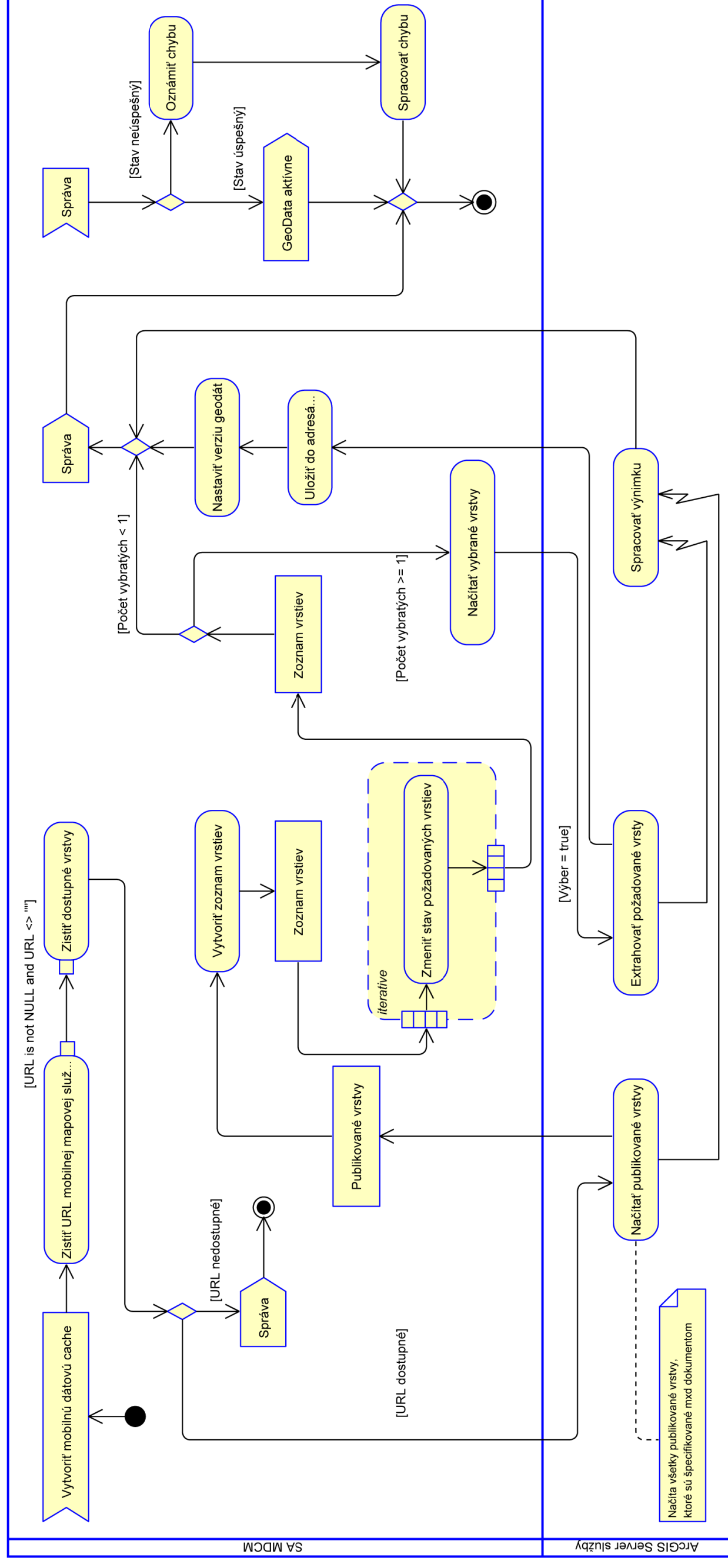
Príloha B. Diagram aktivít (DA) systému.



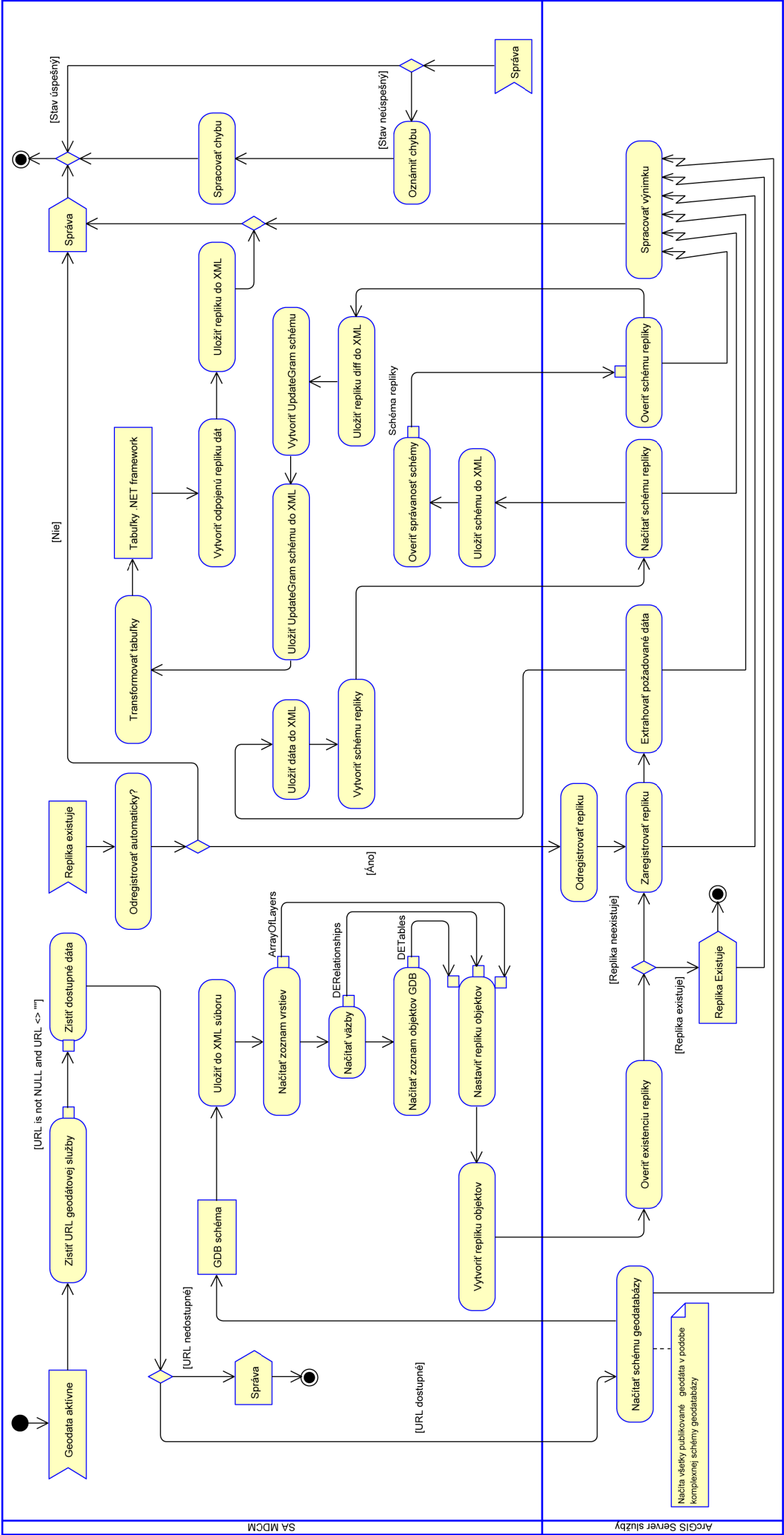
Príloha B-1. DA Zmeniť nastavenia.



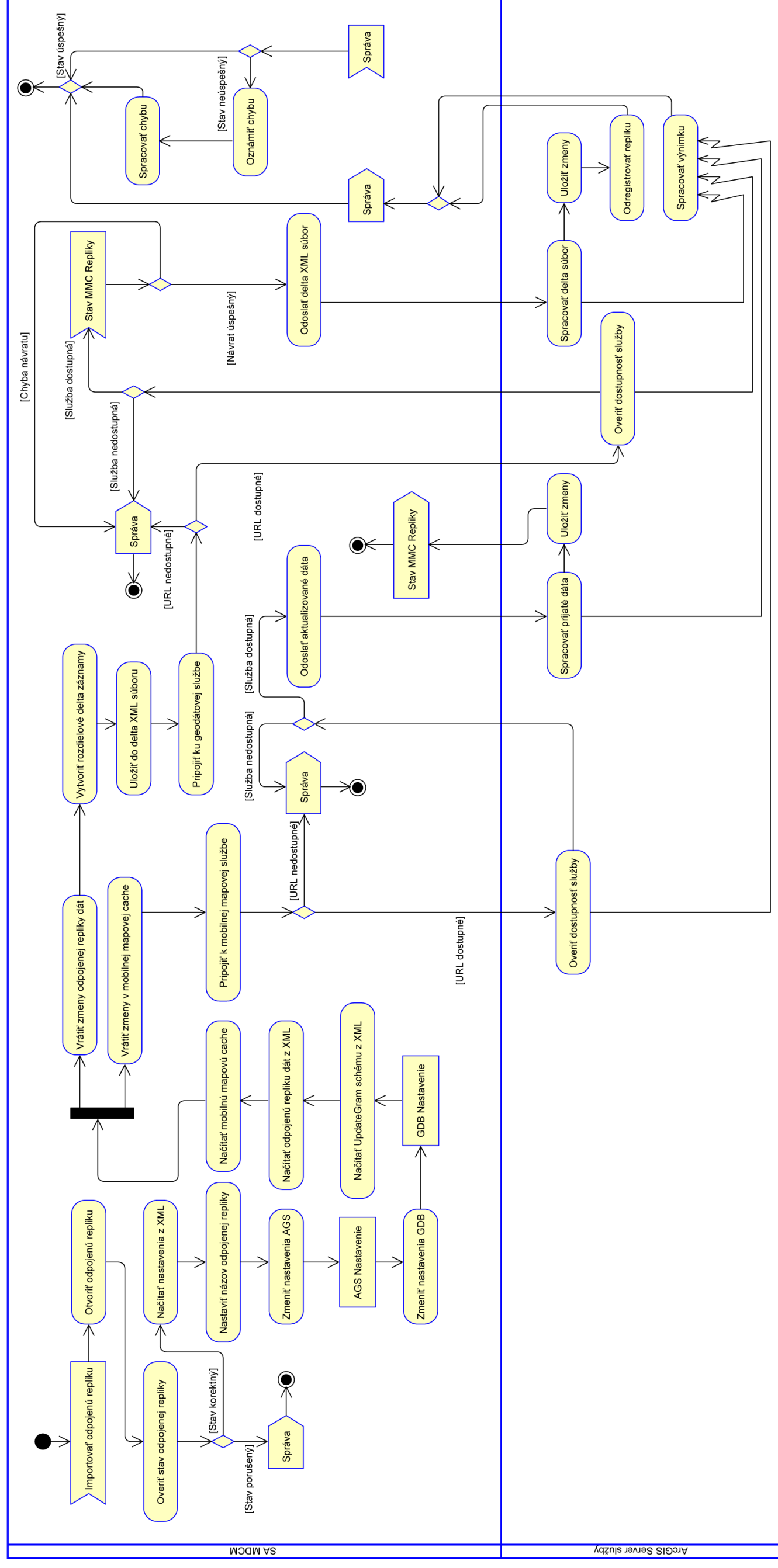
Príloha B-2. DA Načítať zoznam dostupných publikovaných služieb z ArcGIS Servera.



Príloha B-3. Vytvoriť mobilnú dátovú cache – proces pre mobilnú mapovú službu.



Príloha B-4. Vytvoriť mobilnú dátovú cache – proces pre geodátovú službu.



Príloha B-5. Návrat zmien z mobilnej dátovej cache.

Príloha C. GUI komponentov a formulárov.

URL ArcGIS Služieb:	...	
Adresár odpojenej mobilnej dátovej cache:	...	<input type="button" value="..."/>
Názov odpojenej repliky:	...	<input type="button" value="..."/>

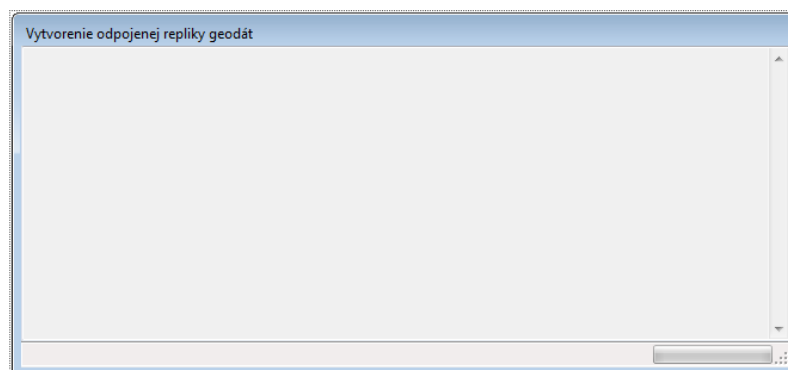
Príloha C-1. GUI komponentu nastavenia systému.

Mobilná mapová služba:	Geodátová služba:
listBoxMobileMapServices	listBoxGeodataServices
<input type="button" value="Načítať služby"/>	

Príloha C-2. GUI komponentu výberu publikovaných služieb.

<div> </div> <div>Kvalita rastra: ▾ Extrahovať dáta</div>		<div> <div>Vybrať všetky Zrušiť všetky</div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vrstva</th> <th>Extrahovať?</th> <th>Počet prvkov</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="background-color: #cccccc;"> </td> </tr> </tbody> </table> </div>	Vrstva	Extrahovať?	Počet prvkov			
Vrstva	Extrahovať?	Počet prvkov						
<div>ESRI ArcGIS Mobile map1</div>								

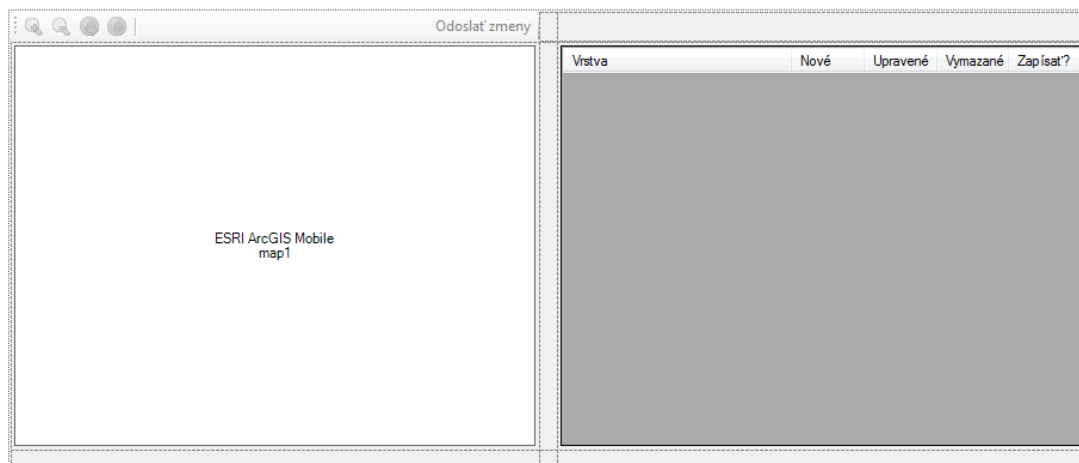
Príloha C-3. GUI komponentu tvorby mobilnej mapovej cache.



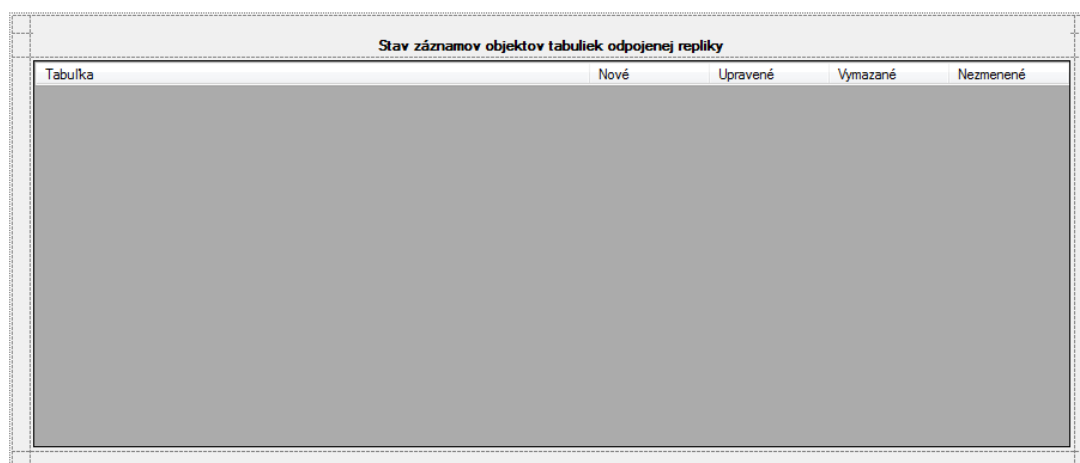
Príloha C-4. Dialógové okno procesu tvorby geodátovej repliky.



Príloha C-5. GUI komponentu výberu mobilnej dátovej cache.



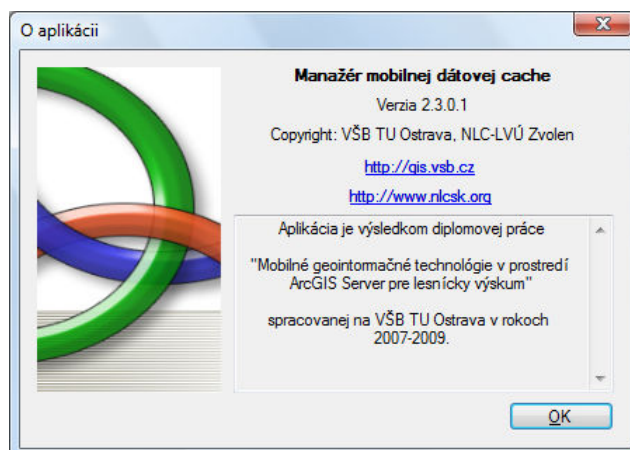
Príloha C-6. GUI komponentu importu zmien z mobilnej mapovej cache.



Príloha C-7. GUI komponentu importu zmien editovaných objektov tabuliek.



Príloha C-8. GUI komponentu ukončenia importu replík.



Príloha C-9. GUI formulára „O aplikácii“.

Príloha D. Odovzdávací protokol ortofotomapy vybraného územia z roku 2002.

EUROSENSE, s.r.o.
Kutuzovova 13
SK - 831 03 Bratislava 3, SLOVENSKO
Tel.: +421 (0)2 4920 3740
Fax: +421 (0)2 4920 3741
e-mail: eurosense@eurosense.sk
Letecké snímkovanie, fotogrametria, produkcia ortofotomáp a GIS



Dodávateľ :

EUROSENSE s.r.o.

Kutuzovova 13
831 03 Bratislava

Odberateľ :

Fakulta prírodných vied UMB
Banská Bystrica
p. Ivan Pôbiš
Tajovského 40
974 01 Banská Bystrica

V E C : Odovzdávací protokol

Odovzdávame digitálne dáta z lokality **k.ú. Donovaly a okolie, okr. Banská Bystrica** – ortofotomapy spracované f. GEODIS Slovakia s.r.o. z leteckého snímkovania v júli 2002 podľa odberateľom definovaného polygónu.

1 CD 16 ortofotomáp v rozlíšení 50 cm/pixel
vo formáte JPEG + jgw, v klade ŠMO 1:5 000
plné mapové listy: 80 km²

+ logo GEODIS vo formáte BMP

Ortofotomapa sa poskytuje len pre vypracovanie bakalárskej (resp. diplomovej) práce p. Ivana Pôbiša, študenta na Fakulte prírodných vied UMB v Banskej Bystrici.

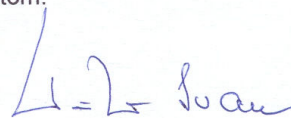
Pri použití a tlači ortofotomapy musí byť uvedené logo GEODIS a text: ortofotomapa: © GEODIS Slovakia, s.r.o., 2002.

Odberateľ prehlasuje, že dáta nebudú použité na komerčný ani iný účel okrem horeuvedeného a nebudú poskytnuté iným subjektom.

O d o v z d á v a :

P r e b e r á :


EUROSENSE s.r.o.
Kutuzovova 13, 831 03 BRATISLAVA
Tel.: 02/4920 3740, Fax: 02/4920 3741
IČO: 341 09 323, IČ DPH: SK2020360870



Pre zachovanie kvality vytlačenej ortofotomapy pre dané rozlíšenie odporúčame maximálnu mierku tlače 1:5000 (50cm/pxl).

Obj.č. 104/06

IČO: 341 09 323
DIČ: 202 036 0870
IČ DPH: SK2020360870

EUROSENSE, s.r.o. zapísaná v Obchodnom registri Okresného súdu
Bratislava I., oddiel Sro, vložka č. 9510/B

Príloha E. Odovzdávací protokol DMR 3.

TOPOGRAFICKÝ ÚSTAV
BANSKÁ BYSTRICA

K č. j. : 74-5/2007

Výtlačok č.: 1

Počet príloh: 1 CD


ODOVZDÁVACÍ PROTOKOL.

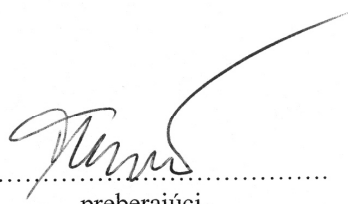
Na základe žiadosti č. 58/2007 zo dňa 4.9.2006 odovzdal Topografický ústav Banská Bystrica UMB, Fakulte prírodných vied Banská Bystrica DMR 3 z priestoru Nízke Tatry vo formáte GRID na 1 CD.

Vyhlasujem, že som sa oboznámil s licenčnými podmienkami uvedenými na obale nosiča

Banská Bystrica, dňa : 25.1.2007

Banská Bystrica, dňa :


.....
odovzdávajúci
mjr. Ing. Marcel BEREZNÝ
náčelník ÚSaDI


.....
preberajúci
Doc. Ing. Ľudovít TRAJTEL, PhD.
prodekan pre rozvoj a styk s verejnosťou